

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**ROBERTA CHRISTINA AMANCIO**

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS - MG**

**UBERLÂNDIA-MG**

**2017**

ROBERTA CHRISTINA AMANCIO

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS - MG**

Monografia apresentada à banca avaliadora como exigência para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Soares

UBERLÂNDIA-MG

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, pois grandes coisas o Senhor tem me proporcionado, mesmo diante de tantas lutas e dificuldades Deus tem provido tudo através da sua fidelidade, sou muito grata por tudo. Obrigada meu Deus!!!

Agradeço aos meus pais por todo amor e dedicação e principalmente minha mamãe, que de tantas maneiras tem ajudado, me dado forças e na maioria das vezes tem sido uma verdadeira injeção de ânimo e vigor, tem sido minha amiga sincera e uma grande intercessora em minha vida.

Inclusive tem uma pessoa mais que especial... Ângela Maria Soares, minha estimada orientadora que me acolheu com muito amor, que tem se dedicado por completa para a formação integral dos seus alunos, além de ser uma excelente professora, extremamente profissional, é uma a grande amiga com o seu imenso coração, muito tem sido todo o meu aprendizado em função de caminhar ao seu lado. Meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Grande importância deve ser direcionada quando o assunto se refere a um tema tão discutido e relevante quando se trata da questão dos resíduos sólidos, pois grandes são as consequências causadas em função dos impactos ambientais. O município de Canápolis-MG, que juntamente com mais sete municípios (Monte Alegre de Minas, Prata, Centralina, Araporã, Ituiutaba, Gurinhatã e Santa Vitória) compõem o CIDES – Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba que possui o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS, com propostas de diretrizes, ações e metas para a gestão adequada dos resíduos sólidos. É válido ressaltar que, em outras décadas, Canápolis foi uma grande referência para os municípios que compõem o seu entorno em função de sua estrutura da Usina de triagem e compostagem dos resíduos sólidos e orgânicos, que, com o passar do tempo, foi perdendo sua ação progressiva até chegar na situação atual. Esse trabalho visa a análise da situação atual da gestão dos resíduos sólidos municipais, de acordo com as necessidades para a recuperação da área do aterro sanitário, da integração da educação ambiental e dos impactos ambientais causados no município. Foram feitos levantamentos, pesquisas bibliográficas e trabalhos de campo para verificar o cenário atual, com relação aos resíduos sólidos municipais.

Constatou-se que no município não houve avanços no sentido de implantar as propostas do PGIRS e que a área de descarte dos resíduos sólidos se caracteriza como lixão a céu aberto, sem nenhum controle ambiental. As ações de educação ambiental para a coleta seletiva e a organização dos catadores são incipientes assim como não se efetivou esforços dos gestores públicos para a implantação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas- PRAD e do Projeto do novo Parque Sanitário Municipal.

**Palavras chaves:** Gestão dos Resíduos Sólidos, Gerenciamento dos Resíduos sólidos, Consórcios Intermunicipais.

## ABSTRACT

Great importance should be directed when the subject refers to a topic so discussed and relevant when it comes to the issue of solid waste, because great are the consequences caused by the environmental impacts. The municipality of Canápolis-MG, which together with seven other municipalities (Monte Alegre de Minas, Prata, Centralina, Araporã, Ituiutaba, Gurinhatã and Santa Vitória) make up CIDES - Intermunicipal Public Consortium for Sustainable Development of the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba, which has the Integrated Solid Waste Management Plan - PGIRS, with proposals for guidelines, actions and targets for the adequate management of solid waste. It is worth mentioning that in other decades, Canápolis was a great reference for the municipalities that compose its surroundings in function of its structure of the Plant of sorting and composting of the solid and organic residues, that, with the passage of time, was losing its progressive action until it reaches the current situation. This work aims to analyze the current situation of municipal solid waste management, according to the needs for the recovery of the landfill area, the integration of environmental education and the environmental impacts caused in the municipality. Surveys, bibliographical researches and fieldwork were carried out to verify the current scenario, in relation to municipal solid waste. It was verified that in the municipality there were no advances in the sense of implanting the proposals of the PGIRS and that the area of solid waste disposal is characterized as open pit, without any environmental control. The actions of environmental education for the selective collection and the organization of the collectors are incipient as well as the efforts of the public managers for the implementation of the Plan of Recovery of Degraded Areas - PRAD and of the Project of the new Municipal Sanitary Park.

**Keywords:** Solid Waste Management, Solid Waste Management, Intermunicipal Consortia.

## LISTA DE FIGURAS E MAPAS

Figura 1: Modelo Convencional de Gestão de Resíduos Sólidos.....	22
Figura 2: Modelo Compartilhado de Gestão de Resíduos Sólidos.....	23
Figura 3: Número de Municípios segundo existência de consórcio intermunicipal por área, Brasil - 2005/2009.....	26
Figura 4: Geração de RSU no Brasil.....	28
Figura 5: Disposição final de RSU no Brasil .....	29
Figura 6: Resultados 2015 - 2016 .....	30
Figura 7: Situação e ou Disposição final dos Resíduos Sólidos.....	32
Figura 8: Captação de água para o abastecimento público da cidade de Canápolis.....	41
Figura 9: Nascentes vulneráveis a acidentes com cargas perigosas a partir da BR-153 .....	45
Figura 10: RSU no lixão de Canápolis.....	46
Figura 11: Organograma da estrutura administrativa dos serviços de limpeza urbana.....	47
Figura 12: Resíduos de construção civil em Canápolis.....	51
Figura 13: Rota de coleta dos resíduos domiciliares e comerciais.....	52
Figura 14: Vista geral da localização da UTC (A), pátio de compostagem (B) e local para disposição final de resíduos sólidos do Município de Canápolis(C). .....	54
Figura 15: Disposição de resíduos sólidos potencialmente recicláveis.....	55
Figura 16: Proposta para disposição emergencial de resíduos sólidos de Canápolis .....	61
Figura 17: Layout das valas sanitárias para medidas emergenciais .....	61
Figura 18: Layout das valas sanitárias para medidas emergenciais .....	62
Mapa 1: Localização do Município.....	36
Mapa 2: Rede hidrográfica principal do município de Canápolis.....	43
Mapa 3: Localização do lixão de Canápolis.....	57

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Tabela 1: disposição final dos RSU coletados no Brasil - 2016.....	29
Tabela 2: Municípios com alguma iniciativa de coleta seletiva - 2016 .....	30
Tabela 3: Situação de Tratamento e/ou Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos - Minas Gerais - 2011-2014 .....	31
Quadro 1: Canápolis, evolução populacional.....	39

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
1. OBJETIVOS .....	12
1.1. Objetivo Geral.....	12
<b>1.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>13</b>
2. METODOLOGIA .....	13
2.1. Metodologia de Elaboração dos Mapas.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
3.1. Resíduos Sólidos Urbanos no mundo.....	16
3.2. Resíduos Sólidos Urbanos.....	18
3.3. Classificação de resíduos sólidos .....	20
3.4. Gerenciamento e Gestão de Resíduos sólidos no Brasil .....	21
3.5. Consórcios Públicos .....	24
3.6. Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	26
3.7. Minas Gerais e a Política de Resíduos Sólidos .....	30
4. LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM .....	34
5. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS .....	35
5.1. Caracterização do município de Canápolis .....	37
5.2. Demografia.....	38
5.3. Educação e desenvolvimento socioeconômico .....	39
5.4. Abastecimento de água.....	40
5.5. Hidrografia .....	41
5.6. Sistema de captação superficial.....	44
6. ANÁLISE DA POLÍTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANÁPOLIS .....	45
6.1. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos .....	47
6.2. Geração de Resíduos Urbanos em Canápolis.....	49
6.3. Coleta dos resíduos.....	51
6.4. Tratamento e Disposição Final dos Resíduos.....	53
7. IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS DO RSU EM CANÁPOLIS .....	55
8. AVANÇOS NA POLÍTICA PÚBLICA DE RSU EM CANÁPOLIS .....	59
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS .....	65



## INTRODUÇÃO

As cidades estão no nexo de uma nova ameaça ao meio ambiente, nomeadamente a produção de um aumento da quantidade e complexidade dos resíduos. A quantidade estimada de resíduos sólidos municipais gerados em todo o mundo são de 1,7 a 1,9 bilhão de toneladas métricas. Em muitos casos, os resíduos municipais não são bem geridos nos países em desenvolvimento, como cidades e os municípios não conseguem lidar com o ritmo acelerado da produção de resíduos. As taxas de coleta de resíduos são muitas vezes inferiores a 70 por cento em países de baixa renda. Mais de 50% de os resíduos coletados são frequentemente descartados através de aterro não controlado e cerca de 15% é processado através de reciclagem inseguro e informal (CHALMIN, 2009).

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) ou também chamados de Resíduos Sólidos Municipais (RSM), formados por resíduos provenientes de atividades domésticas e por resíduos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas (LOUREIRO, ROVERE e MAHLER, 2013; SANTIAGO E DIAS, 2012; SINGH et al., 2014) são uma preocupação crescente em qualquer lugar do mundo (PATEL, JAIN e SAXENA, 2010).

Existe uma correlação geral entre a geração de resíduos sólidos e riqueza (*Gross Domestic Product*, PIB per capita) e urbanização. Futuras projeções estimam que no mundo, a produção de resíduos pode atingir até 27 bilhões de toneladas até 2050, um terço dos quais pode ser gerado na Ásia, com uma porcentagem significativa da produção em grandes economias, como China e Índia.

Portanto, a geração de RSU pela população está relacionada com o poder aquisitivo, refletindo na capacidade econômica para consumir, com os valores culturais e hábitos cotidianos, determinantes do grau de disposição para realização do consumo.

Os tipos de RSU produziram mudanças de acordo com o padrão de vida na cidade. Resíduos gerados em cidades de baixa e média renda possuem uma grande proporção de resíduos orgânicos, considerando que os resíduos nas cidades de alta renda são mais diversificados com ações relativamente maiores de plásticos e papel.

A mudança da composição do desperdício, por sua vez, influencia a escolha da tecnologia e da infraestrutura de gerenciamento de resíduos, e ressalta a importância da separação de resíduos.

O volume de resíduos elétricos e eletrônicos (resíduos eletrônicos) está crescendo rapidamente, gerando muita preocupação com seus impactos no meio ambiente e na saúde da

população mundial. Em 2005, foram geradas 20 a 50 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos.

Os resíduos eletrônicos contêm metais como mercúrio, cádmio e chumbo, que podem jogados no ambiente, representam um perigo para a saúde dos seres humanos, a menos que sejam tratados com cuidado. Numerosos casos foram relatados onde os trabalhadores do setor informal estão envolvidos em desmontagem de equipamentos elétricos e eletrônicos com finalidade de recuperar metais, plásticos e outros materiais para reciclagem, muitas vezes sem proteção adequada, expondo-os a graves riscos à saúde.

Outros tipos de fluxos de resíduos têm gerado preocupação no contexto de um estilo de vida urbano, que são os resíduos de fabricação e destruição de veículos em fim de vida útil. Por exemplo, cerca de 10-15 por cento dos resíduos gerados nos países desenvolvidos é devido à fabricação e destruição de automóveis, enquanto os veículos descartados foram gerados na Alemanha, Reino Unido, França, Espanha e Itália são responsáveis por cerca de 75% dos resíduos gerados na União Europeia. (BRASIL, 2014).

Em termos de quantidades, no ano de 2016, as cidades brasileiras tiveram que dar conta de pouco mais de 45 milhões de toneladas de Resíduos da Construção e Demolição - RCD e de 256 mil toneladas de Resíduos Sólidos da Saúde - RSS, perfazendo quase 117 milhões de toneladas de resíduos sob responsabilidade municipal durante o ano, pois a esses devem também ser adicionado o total de RSU coletado. (BRASIL, 2014).

Dar destino a este volume de resíduos e também executar as demais atividades atinentes aos serviços de limpeza urbana traz um custo considerável para os orçamentos municipais, cujos recursos são bastante escassos. Os dados trazidos pelo Panorama de RSU no Brasil 2016, organizado pela ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública, mostram que, em média, as cidades brasileiras aplicaram R\$ 9,92 por pessoa por mês para executar todos os serviços de limpeza urbana, a saber, coleta porta-a-porta, varrição de ruas, destino final, limpeza de feiras, manutenção de parques, praças e jardins, dentre outras atividades correlatas.

Os números atuais e o histórico registrado mostram que uma peça fundamental da engrenagem está faltando e sem a mesma o Brasil vai continuar sofrendo com os malefícios da gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos, que afetam mais de 78 milhões de pessoas diretamente nas cidades.

A temática abordada neste trabalho surgiu a partir de uma participação efetiva do Projeto do CIDES (Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), como bolsista, em convênio firmado com a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e interveniência da Fundação de Apoio Universitário (FAU) na gestão

dos recursos. A equipe de trabalho foi composta por docentes e bolsistas do Instituto de Geografia e Faculdade de Engenharia Civil da UFU, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) e Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba.

De início o projeto foi voltado para a Mobilização Social e Implantação da Coleta Seletiva para os municípios que estão inseridos no CIDES, que tem como finalidade cumprir a oferta de serviços e ações dentro das políticas públicas com o desenvolvimento de caráter regional e sustentável otimizando a programação integrada com a priorização das obras nos municípios consorciados de acordo com os programas necessários.

O município de Canápolis, juntamente com mais sete municípios (Monte Alegre de Minas, Prata, Centralina, Araporã, Ituiutaba, Gurinhatã e Santa Vitória) compõem o CIDES – Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Vários municípios foram visitados por diversas vezes para a execução do projeto, entretanto, Canápolis - MG com toda sua particularidade e singeleza (conhecida também como a “Terra do Abacaxi”) despertou um grande interesse de estudo durante todo o período de execução.

O presente trabalho teve como objetivo analisar as questões relativas aos resíduos sólidos urbanos (RSU) desde a sua geração, impulsionada pela produção desenfreada e o consumo, até a sua destinação final no município de Canápolis.

A hipótese desse trabalho é a partir da articulação interinstitucional da Universidade Federal de Uberlândia com o CIDES e a Prefeitura de Canápolis foi possível realizar um diagnóstico da realidade do município, a construção de um plano de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos, discussão da incorporação de tecnologias sociais que possam melhorar o gerenciamento do lixo e da educação ambiental, promovendo desenvolvimento sustentável e inclusão social.

Nesse contexto o Instituto de Geografia da UFU teve o papel privilegiado de articular essa necessária atuação conjunta, proporcionando a análise dos espaços e dos aspectos naturais, econômicos e sociais do município de Canápolis. Dada a sua natureza interdisciplinar, a Geografia aproxima os conceitos das ciências humanas na concepção do planejamento da gestão dos resíduos sólidos, que é fundamental para promover as aplicações desses conceitos na prática do gerenciamento.

Para elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos foi feito o levantamento das necessidades e potencialidades do município através da construção de

um diagnóstico sócio - ambiental dos resíduos urbanos, que foram analisados sob diferentes aspectos, entre eles a gravimetria, as condições de disposição, o marco legal regulatório, os aspectos de saúde pública e os aspectos socioeconômicos do município.

Esta monografia analisou a realidade dos Resíduos Sólidos Urbanos no mundo, a Política de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, em nível estadual as questões foram abordadas no capítulo Minas Gerais e o Resíduos Sólidos Urbanos, a seguir vem a Caracterização do Município de Canápolis no Estado de Minas Gerais. No desenvolvimento do estudo promoveu-se a Análise da Política de Resíduos Sólidos em Canápolis; a avaliação dos Impactos ambientais e, como conclusão, são apresentadas as Propostas para uma Política de RSU em Canápolis.

O lixo é, por um lado, um dos maiores problemas ambientais do mundo, e por outro, fonte de sobrevivência de milhares de pessoas que, percebendo nas sobras uma forma de garantir um mínimo meio de geração de renda, geralmente superior ao salário mínimo nas grandes cidades, criariam um “sistema” de reaproveitamento informal.

Resultado de uma sociedade baseada na produção e consumo exagerado, a enorme geração de resíduos sólidos urbanos – RSU que traz como componente a embalagens e tudo aquilo que não serve mais na lógica de quem descarta e ao mesmo tempo pela pouca aplicação de tecnologias de reutilização e reciclagem.

Este tema é fonte de preocupação e estudos no Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia que articula-se com as administrações públicas municipais na busca de melhorar o gerenciamento, a gestão e a disposição final do resíduos sólidos urbanos no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Utilizando-se da experiência de participação nessa experiência de troca de conhecimentos entre a universidade e a população, através da elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES, produziu-se este estudo com os objetivos definidos a seguir.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo Geral**

Analisar as questões relativas aos resíduos sólidos urbanos (RSU) desde a sua geração, impulsionada pela produção desenfreada e o consumo, até a sua destinação final no município de Canápolis.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar a política municipal de gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Canápolis – MG;
- Identificar os impactos ambientais e sociais da disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos de Canápolis – MG;
- Analisar o cenário atual com relação a gestão dos resíduos sólidos em Canápolis e a situação da área onde é feita a disposição final dos resíduos sólidos urbanos;
- Propor ajustes no sistema de gerenciamento, gestão e disposição final de resíduos sólidos.

## **2. METODOLOGIA**

Inicialmente o trabalho consistiu no planejamento da investigação, organização da informação disponível, definição das fontes necessárias e possíveis, primárias ou secundárias. Para isso a metodologia foi a seguinte: 1) Hierarquização das informações necessárias para pesquisar, de acordo com os objetivos e as fases do processo de gerenciamento de resíduos; 2) Pesquisa de informações bibliográficas relacionadas ao tema de caracterização de resíduos, gestão ambiental e proteção de recursos naturais, em textos publicados em nível nacional e internacional; 3) Pesquisa por textos legislativos e regulamentos relativos à gestão de resíduos sólidos a nível nacional e estadual; 4) Planejamento de visitas de campo a locais onde é realizada a disposição final de resíduos sólidos.

Para a realização dessa monografia foram realizados estudos bibliográficos sobre os Resíduos Sólidos Urbanos - RSU e seu gerenciamento englobando a coleta, tratamento (reciclagem, compostagem, incineração, etc.) e disposição final. A normatização proposta pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) foi considerada para as definições conceituais, bem como as resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Foram realizadas visitas a campo, onde observou-se a realidade do gerenciamento, gestão e disposição final dos resíduos em Canápolis, Minas Gerais. A pesquisa empírica envolveu o acompanhamento da elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES e do Plano Municipal de Saúde Básica de Canápolis, também coordenado pela Universidade Federal de Uberlândia.

A coleta de dados se deu através de materiais fornecidos pelos coordenadores do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES, pela Prefeitura Municipal de Canápolis e pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Na fase conceitual toda a informação coletada foi classificada e ordenada de acordo com as características apresentadas em diferentes quadros, agrupadas pelas áreas de aplicação, visando a obtenção dos objetivos e diferentes etapas do processo de gerenciamento de resíduos.

## **2.1. Metodologia de Elaboração dos Mapas**

A etapa inicial da produção dos mapas contemplou a leitura de dados do tipo vetor ou imagem, aproveitando as informações que apresentavam uma posição espacial consistente e sejam associados à área de estudo, já com Sistema de Coordenadas definidos. Para vetores, os limites ou fronteiras entre si foram definidos no Datum Sirgas 2000 ou convertidos a este, a fim de evitar medições inconsistentes.

Dentro deste cenário, a opção viável foi trabalhar com dados cartográficos de domínio público, pois são informações produzidas por instituições formais que trabalham com cartografia no país.

Portanto, para a produção dos Mapas foram utilizadas a metodologia de pesquisa nos sites das instituições de estudos geográficos, como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para aquisição de arquivos vetoriais no formato de *shapefiles* (formato de armazenamento de dados de vetor que armazena a posição, forma e atributos de feições geográficas) do Estado de Minas Gerais, com informações espaciais georreferenciadas no Sistema de Coordenadas Datum Sirgas 2000. Dessa forma, os dados da declividade, drenagem, território, localização do lixão e limite do município

de Canápolis foram resultados da pesquisa e posterior tratamento digital no software Arcgis 10.5 e Basemap Server 3.1 (este para acesso às imagens de satélite do Google Inc.)

Dessas formas, as atividades de desenho vetorial da área de estudo para garantir um enquadramento da atividade de destino dos resíduos sólidos de Canápolis, foram enquadradas nas normas que norteiam o Geoprocessamento, cujo projeto foi embasado três elementos:

- Posicionamento espacial dos dados;
- Sistemas de Referência de Coordenadas;
- Relacionamentos Topológicos.

As informações da localização do lixão de Canápolis foram retiradas do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) do Aterro Controlado/“Lixão” de Canápolis pela Disposição Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos, elaborado pelo Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - CIDES, para recuperar a área do aterro controlado quanto aos impactos ambientais gerados pela disposição inadequada dos RSU do Município de Canápolis. As informações da drenagem têm como fonte do mapa do Instituto de Águas de Minas Gerais – IGAM. Os dados da declividade foram retirados das imagens digitais do projeto Topodata, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, ora elaborados a partir dos dados SRTM. O SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foi uma missão da NASA que ocorreu no ano de 2000 e teve como objetivo obter um modelo digital do terreno (MDT) na faixa da Terra entre as coordenadas 56°S e 60°N, de modo a gerar uma base completa de cartas topográficas digitais terrestre.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

Para a elaboração do estudo a abordagem do tema Resíduos Sólidos Urbanos foi considerada como suporte teórico as referências bibliográficas oficiais, que é vasta, bem como procedeu-se a revisão bibliográfica com estudo de vários autores. A revisão documental de cunho normativo-legal é importante para a sustentação do estudo, bem como a revisão bibliográfica sobre princípios ecológicos, éticos e econômicos estabelecidos como referenciais para a inferência no estudo.

É vasta a gama produção acadêmica sobre o tema de estudo. A questão da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos aborda a produção, coleta e disposição final.

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos refere-se a abordagem estratégica de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos cobrindo todos as fontes e todos os aspectos, como geração, segregação, transferência, triagem, tratamento, recuperação e eliminação de forma integrada, com ênfase na maximização do uso de recursos.

Visando melhorar a qualidade de vida da população que vive nas cidades e promover uma melhor gestão do saneamento brasileiro, foi instituída a Lei Federal 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, reunindo um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais que envolvem o abastecimento de água potável; o esgotamento sanitário; a limpeza pública e manejo de resíduos sólidos (RS); a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007), investimentos que devem ser realizados dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável.

Entre as diversas diretrizes ambientais, na Agenda 21 é ressaltada a importância na gestão de recursos naturais e do manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e efluentes urbanos. Em seu capítulo 21 são destacados os seguintes objetivos em relação aos resíduos sólidos: redução da geração; maximização ambientalmente saudável de reaproveitamento e reciclagem; promoção de disposição e tratamento ambientalmente saudáveis; e, ampliação do alcance dos serviços que se ocupam de resíduos (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 2001).

### **3.1. Resíduos Sólidos Urbanos no mundo**

Atualmente mais de 50% da população mundial vive em cidades e a taxa de urbanização está aumentando rapidamente. Cidadãos e as corporações provavelmente precisarão assumir mais responsabilidade pela geração e disposição de resíduos especificamente, design do produto e separação de resíduos.

Sete bilhões de seres humanos produzem anualmente 1,4 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) — uma média de 1,2 kg por dia per capita. Quase a metade desse total é -gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo. Se o número parece assustador, cenário ainda mais -sombrio é traçado por estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Banco Mundial: em 2025, serão 2,2 bilhões de toneladas anuais. Na metade deste século, se o ritmo atual for mantido, teremos 9 bilhões de habitantes e 4 bilhões de toneladas de lixo urbano por ano. (BRASIL, 2014).



Não faz muito tempo, a produção de RSU era de algumas dezenas de quilos por habitante por ano. Hoje, a maioria dos países mais industrializados gera mais de 600 quilos anuais per capita de lixo. Nos últimos 30 anos, o aumento do volume de lixo produzido no mundo foi três vezes maior que o populacional. O índice per capita de geração de lixo nos países mais ricos aumentou 14% desde 1990 e 35% desde 1980, aponta relatório do Banco Mundial. Em geral, essas taxas crescem em um ritmo ligeiramente inferior ao aumento do produto interno bruto (PIB). As taxas de geração de resíduos serão mais do que duplicadas nos próximos vinte anos em países de baixa renda (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Os impactos globais dos resíduos sólidos estão crescendo em ritmo acelerado. O lixo sólido é uma grande fonte de metano, gás de efeito estufa, é altamente impactante em curto prazo. A indústria de reciclagem, com mais de dois milhões de recicladores informais, agora é um negócio global com mercados internacionais e extensas redes de fornecimento e transporte.

A maior parte dos RSU produzidos no mundo, cerca de 800 milhões de toneladas/ano, é descartada em aterros. O Conselho de Pesquisa em Tecnologia de Geração de Energia a Partir de Resíduos dos Estados Unidos estima que um metro quadrado de terreno é desperdiçado, para sempre, para cada dez toneladas de lixo aterrado. (BRASIL, 2014)

Os países desenvolvidos, reunidos na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), consomem mais de 60% de todas as matérias-primas industriais, mas respondem por apenas 22% da população mundial. No ranking liderado pelos norte-americanos (624 mil toneladas por dia), quatro nações em desenvolvimento (China, Brasil, Índia e México) aparecem entre os dez maiores produtores de lixo. A lista mostra uma discrepância significativa da parcela que cada nação tem no problema, já que, por exemplo, os EUA geram sete vezes mais resíduos sólidos urbanos do que a França, a 10<sup>a</sup> colocada. (BRASIL, 2014).

Globalmente, os volumes de resíduos estão aumentando rapidamente a taxa de urbanização. Semelhante ao aumento das taxas de urbanização e aumentos no PIB. Existe uma forte correlação entre a taxa de produção de resíduo urbano e as taxas de geração e emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, (2014) alertou que 3,5 bilhões de pessoas, metade da população mundial, não têm acesso ao manejo do lixo. Segundo o PNUMA, essa situação representa riscos à saúde e ao meio ambiente, além de prejudicar a economia.

Uma mudança de hábitos de vida dos americanos produziria um impacto importante nas contas de energia e destinação de lixo. Além disso, 55% dos RSU foram encaminhados para

aterros, um índice muito elevado se comparado a outros países ricos. E, se o número de aterros caiu drasticamente desde os anos 1980 (de 8.000 para 1.754), a capacidade se manteve constante, conforme evidencia a Revista do Senado EM DISCUSSÃO (2014).

O mercado global do lixo, da coleta até a reciclagem, movimenta US\$ 410 bilhões por ano (R\$ 940 bilhões). Um relatório de 2012 da União Europeia estimou que a adoção completa da legislação ideal sobre lixo traria, ao final desta década, uma economia de 72 bilhões de euros (R\$ 216 -bilhões) por ano, um aumento de 42 bilhões de euros (R\$ 126 bilhões) no faturamento do setor de coleta e reciclagem de resíduos sólidos e a criação de 400 mil empregos no setor, que já oferece 2 milhões de postos de trabalho. Sob o lema "Lixo torna-se ouro", o relatório traz um ranking de países no tratamento de lixo e na reciclagem, encabeçado pela Alemanha.

Os países da União Europeia têm a melhor política de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. As taxas de reciclagem atingem 70% e quase já não enterram resíduos, enquanto outros ainda depositam em aterro mais de três quartos dos seus resíduos. Combinando impostos e proibições respeitantes à deposição em aterro e à incineração, regimes de responsabilidade dos produtores e sistemas de tributação em função da quantidade de resíduos descartados, obtêm-se o conjunto de instrumentos mais eficaz para desviar os fluxos de resíduos para percursos mais sustentáveis. A meta da União Europeia é supressão total da deposição em aterro, maximização da reciclagem e da reutilização e limitação da recuperação de energia aos resíduos não recicláveis.

### **3.2. Resíduos Sólidos Urbanos**

Segundo a Lei Federal nº 12.305/2010, os resíduos sólidos são definidos como: “Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Ao se comparar a definição de resíduos sólidos da legislação brasileira com a Agenda 21 (CNUMAD, 2001), com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) e com a legislação norte-americana (USA, 1989 apud PHILLIP JR.; AGUIAR, 2005), percebe-se um claro alinhamento

conceitual, onde todos partem da concepção de resíduos enquanto subproduto da atividade antrópica com características específicas inerentes ao seu processo de constituição.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a NBR 10.005/2004, a NBR 10.006/2004 e a NBR 10.007/2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b, 2004c, 2004d), que apresentam as normatizações para os seguintes procedimentos:

- **NBR 10.005/2004** – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos – estabelece os requisitos exigíveis para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator.

- **NBR 10.006/2004** - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos – estabelece os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando tornar solúvel em água uma amostra de resíduo para avaliar a concentração dos elementos ou materiais contidos no extrato.

- **NBR 10.007/2004** – amostragem de resíduos sólidos – fixa os requisitos exigíveis para coleta e seleção de uma amostra de resíduos sólidos, para que possa ser analisada como representativa de um todo.

- **NBR 13463/1995** - esta Norma classifica a coleta de resíduos sólidos urbanos, dos equipamentos destinados a esta coleta, dos tipos de sistema de trabalho, do acondicionamento destes resíduos e das estações de transbordo.

Existem ainda as seguintes normativas relacionadas a RSU: NBR 10004:1987 - Resíduos sólidos – Classificação; NBR 12235:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento; NBR 12807:1993 - Resíduos de serviços de saúde – Terminologia; NBR 12808:1993 - Resíduos de serviços de saúde – Classificação; NBR 12809:1993 - Manuseio de resíduos de serviço de saúde – Procedimento; NBR 12810:1993 - Coleta de resíduos de serviços de saúde – Procedimento.

Na definição da norma técnica NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos: classificação, os resíduos são classificados conforme “a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características” (ABNT, 2004, p. 2). Neste sentido, a mesma estabelece três categorias de resíduos ordenados segundo sua periculosidade: Resíduos Perigosos (Classe I), Resíduos não-inertes (Classe II-A) e Resíduos inertes (Classe II-B).

Ao conceituar e caracterizar os resíduos sólidos, além da periculosidade, diversos autores registram múltiplos critérios de categorização passíveis de utilização, dos quais é recorrente a classificação por origem (PHILLIPI JR.; AGUIAR, 2005; JARDIM, 2000; LIMA,

2001; MONTEIRO et al, 2001; CASTILHOS JR., 2003; BRASIL, 2010). Phillipi Jr. e Aguiar (2005) afirmam que esta classificação é amplamente utilizada em razão da sua eficiência na distinção dos diferentes tipos de resíduos, na identificação dos riscos associados e na responsabilização de seus geradores.

### 3.3. Classificação de resíduos sólidos

Normalmente os resíduos sólidos são classificados segundo a sua origem, tais como:

**Urbanos:** incluem o resíduo domiciliar gerado nas residências, o resíduo comercial, produzido em escritórios, lojas, hotéis, supermercados, restaurantes e em outros estabelecimentos afins, os resíduos de serviços, oriundos da limpeza pública urbana, além dos resíduos de varrição das vias públicas, limpezas de galerias, terrenos, córregos, praias, feiras, podas, capinação;

**Industriais:** correspondem aos resíduos gerados nos diversos tipos de indústrias de processamentos. Em função da periculosidade oferecida por alguns desses resíduos, o seguinte agrupamento é proposto pela ABNT-NBR 10.004 (1987):

**Resíduos Classe I (perigosos):** pelas suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;

**Resíduos Classe II (não inertes):** incluem-se nesta classe os resíduos potencialmente biodegradáveis ou combustíveis;

**Resíduos Classe III (inertes):** perfazem esta classe os resíduos considerados inertes e não combustíveis.

**Resíduos de serviços de saúde - RSS:** são os resíduos produzidos em hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, centros de saúde, consultórios odontológicos e outros estabelecimentos afins. Esses resíduos podem ser agrupados em dois níveis distintos:

**Resíduos comuns:** compreendem os restos de alimentos, papéis, invólucros, etc.;

**Resíduos sépticos:** constituídos de restos de salas de cirurgia, áreas de isolamento, centros de hemodiálise, etc. O seu manuseio (acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final) exige atenção especial, devido ao potencial risco à saúde pública que podem oferecer.

**Resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários:** constituem os resíduos sépticos, que podem conter organismos patogênicos, tais como: materiais de higiene e de asseio pessoal, restos de alimentos, etc., e veicular doenças de outras cidades, estados e países.

**Resíduos agrícolas:** correspondem aos resíduos das atividades da agricultura e da pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, esterco animal. A maior preocupação, no momento, está voltada para as embalagens de agroquímicos, pelo alto grau de toxicidade que apresentam, sendo alvo de legislação específica.

**Entulho:** constitui-se de resíduos da construção civil: demolições, restos de obras, solos de escavações etc.

**Resíduos Radioativos (lixo atômico):** são resíduos provenientes dos combustíveis nucleares. Seu gerenciamento é de competência exclusiva da CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear.

### 3.4. Gerenciamento e Gestão de Resíduos sólidos no Brasil

De acordo com a Política Nacional de Resíduos (Lei nº 12.305/2010), gerenciamento está relacionado ao desenvolvimento, implantação e operacionalização do sistema de Manejo de Resíduos Sólidos, a gestão envolve as “ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010, art. 3).

Estes conceitos são confirmados por Lima (2001), Castilhos Jr. (2003) e Jardim (2000). É importante ressaltar que as atividades de Gestão e Gerenciamento distinguem-se unicamente pelo caráter operacional em que são realizadas as atividades. Assim, enquanto os aspectos políticos e estratégicos do manejo dos resíduos sólidos se enquadram no campo da Gestão, os aspectos operacionais são o foco do Gerenciamento. Contribuindo para esclarecer o estudo, Castilhos Jr. (2003, p. 10) afirma que “as ações de gerenciamento podem ser promovidas por meio de instrumentos presentes em políticas de gestão”. Portanto, a prioridade da administração pública na adoção de determinada tecnologia de destinação final é uma decisão tomada no nível de Gestão, que somente pode ser viabilizada se forem estabelecidas condições políticas, institucionais, legais, financeiras e socioambientais adequadas.

Conforme apontam Phillipi Jr. e Aguiar (2005), o manejo destes resíduos envolve custos operacionais, os quais são divididos entre os geradores e a sociedade. Ainda segundo os autores, a legislação ambiental estabelece responsabilidades para cada tipo de resíduo, embora haja casos em que municípios assumam responsabilidades adicionais.

Esta responsabilidade do município decorre do fundamento legal a Constituição Federal de 1988, que estabeleceu como competência municipal “organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local, incluindo o de transporte coletivo, que têm caráter essencial” (BRASIL, 1988, art. 30).

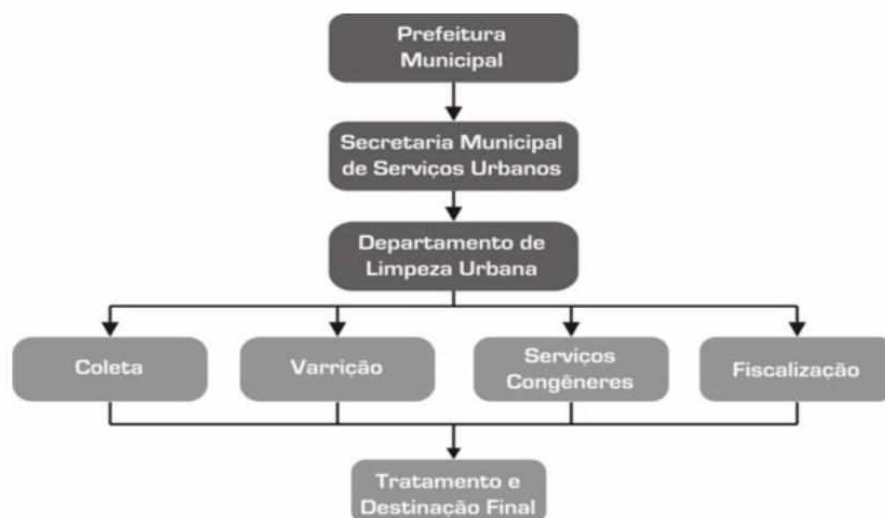
Na década de 1980, os problemas de disposição dos resíduos sólidos se tornam foco da atenção dos gestores públicos, seja pelos impactos ambientais gerados pela disposição inadequada, seja pela dificuldade de aquisição de áreas devido ao crescimento acelerado da malha urbana. Assim, conforme Lopes (2006) descreve, as municipalidades se viram obrigadas

a adotar práticas mais eficientes de gerenciamento dos resíduos, incorporando o reaproveitamento do material coletado.

Os órgãos municipais brasileiros envolvidos com a questão dos RSU adotam basicamente dois modelos: um de gestão (político-administrativo) e outro de gerenciamento (manejo tecnológico) dos resíduos (LOPES, 2007). Neste sentido, o modelo de Gestão de resíduos sólidos urbanos estabelece a forma pela qual se conduz politicamente a questão, enquanto o modelo de Gerenciamento estabelece os critérios técnicos de tratamento e disposição final. Segundo Lima (2003, p. 54), é fundamental a adoção de um modelo de gestão adequado a cada município, “envolvendo os seus arranjos institucionais, os seus instrumentos legais e seus mecanismos de controle, de forma a fornecer suporte legal e institucional ao sistema”. Sua compatibilização com a realidade local é essencial para a redução dos efeitos adversos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Neste sentido, Lima (2003) e Lopes (2007) apresentam dois modelos básicos de gestão de RSU.

O modelo convencional, ilustrado na Figura 1, ocorre na maior parte dos municípios brasileiros. Como apontado por Lima (2003), qualquer município que tenha incorporado os serviços de limpeza urbana, mesmo que de forma rudimentar, desenvolve este modelo de gestão. Ele se baseia na organização do manejo dos resíduos por meio de um órgão municipal que atua exclusivamente dentro do território municipal, sendo responsável por todas as etapas envolvidas no processo.

Figura 1: Modelo Convencional de Gestão de Resíduos Sólidos

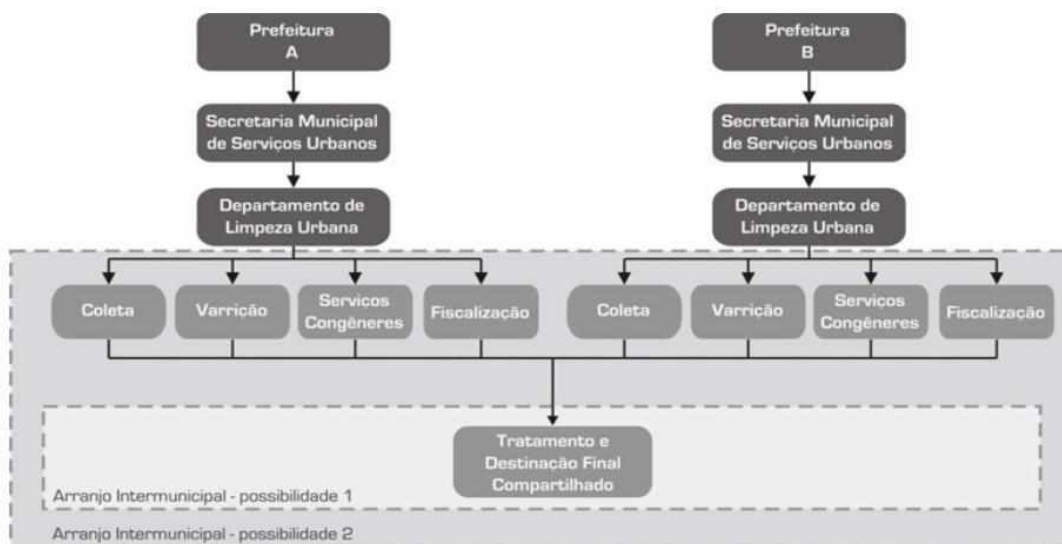


Fonte: Lima (2003).

Neste modelo, conforme apontado por Lopes (2007), os custos do gerenciamento e disposição final dos resíduos gerados são absorvidos unicamente pelos atores locais, demandando uma coordenação eficiente entre os órgãos públicos e os demais atores sociais envolvidos que, caso não ocorra, poderá levar a adoção de soluções inadequadas, como a disposição a céu aberto. Este modelo básico pode sofrer alteração por meio da privatização dos serviços de limpeza urbana, onde o órgão municipal repassa as atribuições à iniciativa privada, se tornando então fiscalizador das referidas atividades.

O segundo modelo apresentado pelos autores (Figura 2), denominado Modelo Compartilhado de Gestão de Resíduos Sólidos tem aplicação esparsa no cenário nacional. Ele se caracteriza pela utilização de uma estrutura de manejo de RSU compartilhada por diversos municípios, que possuem “interesses comuns, afinidades urbano-geográficas, administrativo-financeiras e principalmente político-sociais e se unem para gerenciar os seus resíduos por meio de um modelo de gestão compartilhado” (LIMA, 2003, p. 55).

Figura 2: Modelo Compartilhado de Gestão de Resíduos Sólidos



Fonte: Lima (2003).

Este modelo está inserido de maneira inevitável nas discussões referentes à gestão de RSU nas regiões metropolitanas, onde as questões socioeconômicas e ambientais perpassam os limites administrativos, verifica-se uma crescente escassez de áreas disponíveis e existe uma série de limitações à adoção de modelos inovadores de tratamento e destinação final,

relacionadas, sobretudo, ao alto custo envolvido e ao imperativo de se dar escala adequada ao sistema, tornando-o eficiente economicamente (WORLD BANK, 2000; PHILLIPI JR.; AGUIAR, 2005; LIMA, 2003; CRUZ, 2002; LOPES, 2007).

A cooperação intermunicipal, por meio da disposição final compartilhada de RSU, remete à prestação de serviços públicos estabelecidos sob a modalidade de convênios ou consórcios intermunicipais. Conforme expostos por Lima (2003), Ribeiro (2007), Peixoto (2008) e Monteiro (2009), enquanto os convênios intermunicipais se restringem unicamente a um pacto de mútua colaboração, os Consórcios Intermunicipais reúnem recursos administrativos, técnicos e financeiros dos entes consorciados possuindo competência para delegar ou outorgar a prestação dos serviços em nome de seus integrantes, constituindo assim o arranjo institucional mais apropriado para o compartilhamento do tratamento e destinação final dos resíduos sólidos. A adoção de um modelo compartilhado por meio da figura do Consórcio Intermunicipal auxilia os municípios no enfrentamento da gestão dos resíduos sólidos, sobretudo em relação à destinação final (LOPES, 2007).

### **3.5. Consórcios Públicos**

A Lei Federal 11.107 de abril de 2005 regulamenta os consórcios públicos e dá outras providências. O consórcio é feito com base em um protocolo de intenções que estabelece cláusulas necessárias para realização do mesmo. “Para o cumprimento dos objetivos o consórcio público poderá firmar convênios, contratos, acordos de qualquer natureza, receber auxílios, contribuições e subvenções sociais ou econômicas de outras entidades e órgãos do governo” (BRASIL, 2005).

Os consórcios ou outras formas de cooperação entre os entes federados têm o objetivo de elevar o aproveitamento e à redução dos custos envolvidos, viabilizando a descentralização e prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos. Ainda, além destas vantagens, os municípios que aderirem a esta solução conjunta têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal. (BRASIL, 2010).

A formalização de consórcios intermunicipais tende a crescer no país, pois se trata de uma solução eficaz financeiramente e ambientalmente para os consorciados. Os primeiros consórcios relacionados a áreas de proteção ambiental, gestão de recursos hídricos e resíduos sólidos foram criados na década de 1990 (JUNQUEIRA, 2002 apud OLIVEIRA, 2004).

Conforme apontado por Cruz (2002), Lima (2003), Peixoto (2008), Machado (2009), Phillipi Jr. e Aguiar (2005), muitos dos problemas municipais transcendem os limites de seu



território, exigindo atuação conjunta. Peixoto (2008) ainda aponta a heterogeneidade dos municípios brasileiros quanto à sua capacidade financeira e gerencial, ressaltando a grande insuficiência técnica e administrativa na gestão plena de todos os serviços públicos de sua competência constitucional.

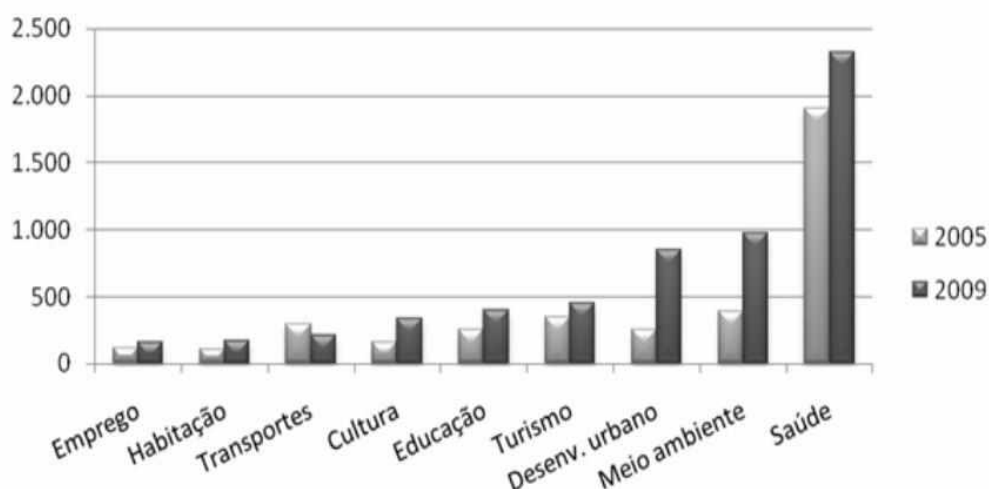
De acordo com (LIMA, 2003), a realidade dos municípios brasileiros, suas limitações e dificuldades, por imperativo de interesse público, exige uma racionalização e harmonização das atividades desempenhadas e dos esforços despendidos, tendo em vista melhor utilização dos recursos envolvidos. Diante do contexto de compatibilizar esforços, os convênios e consórcios têm sido utilizados tradicionalmente como instrumentos jurídicos aptos a formalizar a atividade cooperativa dos diversos órgãos.

Os consórcios intermunicipais podem ser definidos como um instrumento de organização regional ascendente, ou seja, formado a partir das características e demandas locais, estabelecendo uma cooperação baseada no princípio da igualdade jurídica (CRUZ, 2002; LIMA, 2003). No Brasil, a utilização de modelos de consorciamento tem correspondido a momentos de maior autonomia e descentralização federativa, se pautando como instrumento de cooperação e pactuação federativa. Embora previstos no regime constitucional desde 1891, eles assumem papel central nas questões relativas ao processo de gestão municipal a partir da Constituição de 1988 (RIBEIRO, 2007; LEAL, 2007; CRUZ, 2002; KLINK, 2009).

Ainda que os consórcios não sejam instrumentos recentes, sua adoção se inicia de fato apenas nas décadas de 1980 e 1990, como parte da estratégia de descentralização de algumas políticas públicas. É neste contexto de reforma do Estado que a cooperação intermunicipal tem sido difundida no Brasil, passando a representar parcerias entre governos locais (CRUZ, 2002; LEAL, 2007; KLINK, 2009). Contudo Leal (2007) e Klink (2009) ressaltam que, embora possam ser identificadas algumas experiências de cooperação, sobretudo na área de saúde, os consórcios ainda constituem uma prática embrionária e pouco difundida no país.

Os dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/IBGE) comprovam esta constatação, onde se destacam apenas os Consórcios nas áreas de Saúde e Meio Ambiente, seguidos pela área de Desenvolvimento Urbano. As demais experiências consorciadas não ultrapassam 10% dos municípios brasileiros. Partindo dos dados apresentados, observa-se ainda uma tendência geral de crescimento do número de consórcios entre 2005 e 2009, registrando-se um incremento de 28% no período, com 1.698 novos consórcios. Novamente, deve-se ressaltar a maior representatividade das experiências na área de Saúde, seguidas da área de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (Figura 3).

Figura 3: Número de Municípios segundo existência de consórcio intermunicipal por área, Brasil - 2005/2009



Fonte: Pesquisa de Informações Básicas Municipais (IBGE, 2005; 2009). Dados organizador por NETO, P.N, e MOREIRA, T.A, 2011.

A formalização de consórcios intermunicipais tende a crescer no país, pois se trata de uma solução eficaz financeiramente e ambientalmente para os consorciados.

### 3.6. Política Nacional de Resíduos Sólidos

Historicamente havia um descaso com o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até a deposição, no Brasil. É interpretado como “fatalidade” ou “tragédia” algumas das consequências desse descaso: alagamentos, inundações, condições desumanas de sobrevivência dos catadores. Os efeitos indiretos também parecem ser ignorados, apesar de significativos: vetores de doenças, doenças decorrentes de alimentação e contato dos catadores com os resíduos, entre outros (NOGUEIRA E SETTE, 2010). Esses efeitos diretos e indiretos têm gerado enormes dispêndios financeiros, sociais e emocionais, sem falar nos imensos problemas ambientais, tais como poluição por chorume, poluição de águas, cheiro, uso desregrado de recursos ambientais, para mencionar apenas os mais importantes.

Conforme apontado por Phillipi Jr. e Aguiar (2005), o problema dos resíduos sólidos se agravou de forma particularmente intensa entre as décadas de 1940 e 1970, quando a infraestrutura de serviços públicos não conseguiu acompanhar o ritmo de crescimento da população urbana. A partir daí passou-se a exigir novos conhecimentos e ampliou-se a pesquisa sobre a temática do RSU.

O avanço da urbanização ocorreu de forma vinculada ao desenvolvimento econômico do país, evoluindo 32% em 1940 a mais de 50% em 1970. A década de 1970 representou o predomínio da ocupação urbana no Brasil. O panorama descrito é confirmado pelos dados dos censos demográficos do IBGE, onde se observa o rápido ritmo de crescimento da população urbana, de 36,2% em 1950 para 84,3% em 2010.

A maioria dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos sólidos domiciliares sem nenhum controle, uma prática de graves consequências: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública. O quadro vem se agravando com a presença de resíduos industriais e de serviços de saúde em muitos depósitos de resíduos domiciliares, e, não raramente, com pontos de descargas clandestinas.

Na tentativa de minimizar estas consequências, em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) que, por meio de seus instrumentos, princípios e objetivos busca tornar a gestão de resíduos sólidos brasileira mais sustentável. Para garantir que um sistema de gestão seja sustentável é preciso avaliar suas atividades e corrigir seus possíveis erros; e para isso os indicadores de sustentabilidade consistem em uma ferramenta útil.

As propriedades dos resíduos sólidos urbanos como, o dimensionamento do tamanho, quantidade de matéria orgânica, potencial gerador de biogás e outras, são de difícil quantificação por serem considerados produtos heterogêneos, os quais variam de acordo com a localidade de coleta e com o tempo de degradação dos mesmos. Além disso, não há uma padronização dos procedimentos para este tipo de material, ou seja, a gestão de RSU, independente da maneira que o mesmo será disposto, é um trabalho que demanda estudo prévio dos componentes e de diversas técnicas que podem ser utilizadas para a realização de uma disposição adequada (PROTASIO, 2013).

Um dos objetivos a ser alcançado pela PNRS é a gestão integrada de resíduos sólidos, ou seja, conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

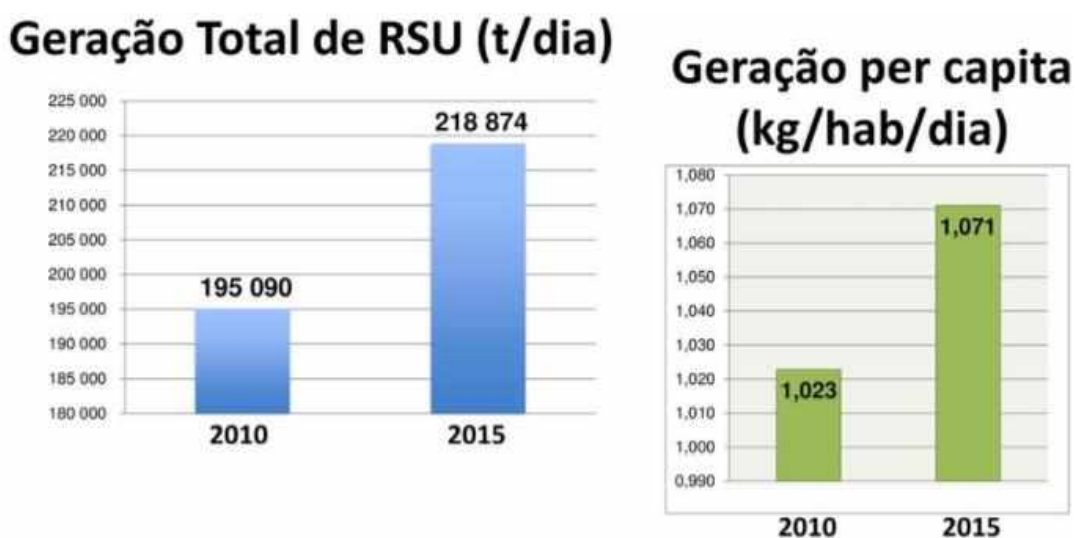
O Brasil possui 5.561 municípios, desses, no ano de 2013, apenas 1.865 declararam possuir PMGIRS (Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos) nos termos da PNRS. (BRASIL, 2010)

Os marcos fundamentais para a concepção de Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRSU), no Brasil, estão relacionados a discussões internacionais, com destaque para a Conferência do Rio em 1992, que ampliou a discussão sobre sustentabilidade.

O lançamento do Fórum Nacional Lixo e Cidadania, no final da década de 1990, também é considerado um marco importante na reflexão sobre a forma de planejamento dos RSU no Brasil.

Além disso, a PNRS espera que o poder público, o setor empresarial e a coletividade assegurem a observância da PNRS e de suas diretrizes. Ela também define que o poder público tem a responsabilidade de atuar na minimização de danos ao meio ambiente ou à saúde pública relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Figura 4: Geração de RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE e IBGE (2015)

Os números referentes à geração de RSU revelam um total anual de quase 79,9 milhões de toneladas no país, resultante de uma queda de 2% no montante gerado em relação à 2015, conforme mostra a figura 4.

De acordo com pesquisa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o montante coletado em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país, pequeno avanço comparado ao ano anterior, e que evidencia que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, consequentemente, tiveram destino impróprio, de acordo com a tabela 1.

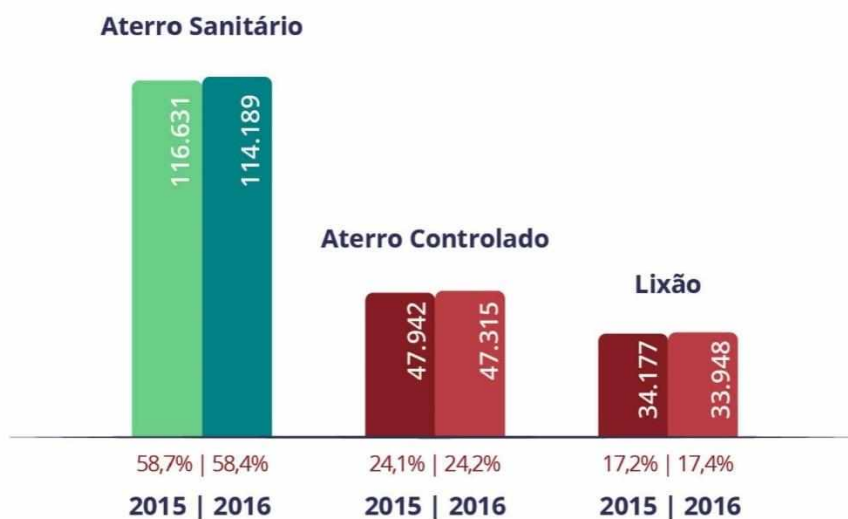
Tabela 1: disposição final dos RSU coletados no Brasil - 2016

Disposição Final	Brasil 2015	2016 - Regiões e Brasil					
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.244	92	458	161	822	706	2.239
Aterro Controlado	1.774	112	500	148	644	368	1.772
Lixão	1.552	246	836	158	202	117	1.559
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos, ABRELPE, 2016.

A disposição final dos RSU coletados demonstrou piora comparado ao índice do ano anterior, de 58,7%, para 58,4% ou 41,7 milhões de toneladas enviadas para aterros sanitários. O caminho da disposição inadequada continuou sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações.

Figura 5: Disposição final de RSU no Brasil



Fonte: Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2016.)

A pesquisa direta realizada pela ABRELPE permitiu projetar que 3.878 municípios apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva; cabe ressaltar, para o correto entendimento das informações apresentadas na tabela 2, que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva não abrangem a totalidade de sua área urbana.

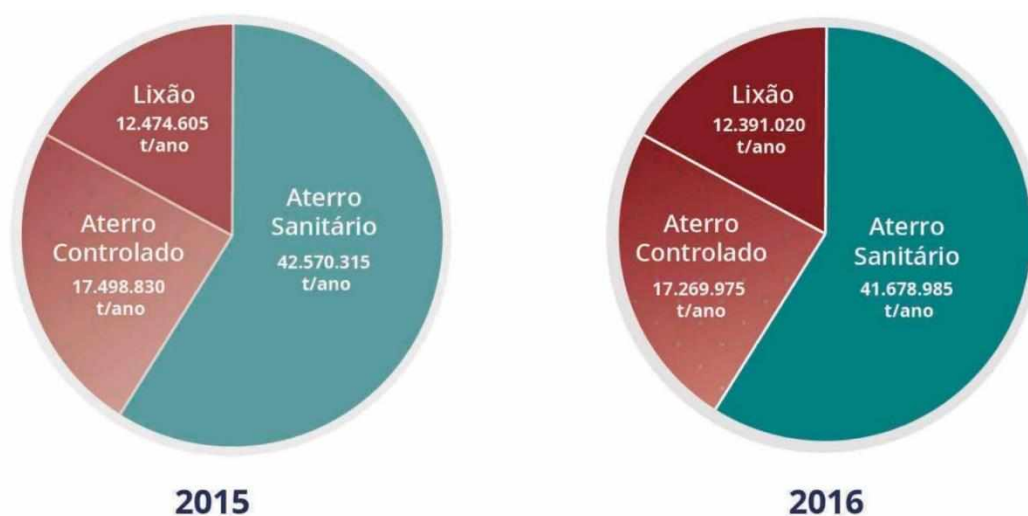
Tabela 2: Municípios com alguma iniciativa de coleta seletiva - 2016

Região	Norte		Nordeste		Centro-Oeste		Sudeste		Sul		Brasil	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Sim	258	263	884	889	200	202	1.450	1.454	1.067	1.070	3.859	3.878
Não	192	187	910	905	267	265	218	214	124	121	1.711	1.692

Fonte: Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos, ABRELPE, 2016.

Os dados detalhados na figura 6 apresenta os resultados obtidos para o Brasil, bem como permitem a comparação destes com os resultados obtidos na pesquisa de 2015.

Figura 6: Resultados 2015 - 2016



Fonte: Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos, (ABRELPE, 2016).

### 3.7. Minas Gerais e a Política de Resíduos Sólidos

Em Minas Gerais, o maior destaque para a política de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos foi o programa Minas sem Lixões, criado em 2003, que não atingiu sua meta. O objetivo do programa era apoiar os municípios no atendimento às normas de gestão adequada de resíduos sólidos urbanos definidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam),

através da Deliberação Normativa (DN) 52/2001, para municípios mineiros com população urbana superior a 50 mil habitantes, (FEAM, 2013).

A meta, segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), era erradicar 80% dos lixões e viabilizar a disposição final adequada de 60% dos resíduos sólidos urbanos gerados em Minas Gerais em sistemas tecnicamente adequados, devidamente licenciados pelo Copam.

Segundo dados apresentados no Panorama da Destinação dos RSUs no Estado de Minas Gerais, em 2014, produzido pela FEAM, o número de lixões no estado caiu de 823 em 2001 para 264 em 2014, representando uma redução de, aproximadamente, 67,92% dos lixões presentes no estado. Esse resultado foi viabilizado principalmente pelas ações realizadas a partir de 2003 em acordo com o programa “Minas sem Lixões”. “Em 2001, dos 853 municípios mineiros, 823 dispunham seus RSU em lixões. Em 2005 havia 564 municípios fazendo a disposição final em lixões no Estado, e em 2011 esse número caiu para 278, chegando a 267 em 2012, conforme é apresentado na tabela 3, registrando uma redução de 68% no período de 2001-2012”, (FEAM, 2013).

Tabela 3: Situação de Tratamento e/ou Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos - Minas Gerais - 2011-2014

Tipologia de Destinação de RSU	2011		2012		2013		2014	
	Nº de municípios	Pop. urbana (IBGE 2010)	Nº de municípios	Pop. urbana (IBGE 2010)	Nº de municípios	Pop. urbana (IBGE 2010)	Nº de municípios	Pop. urbana (IBGE 2010)
Lixão	278	26.01%	267	23.04%	264	22.81%	264	21.94%
Aterro Sanitário	72	46.91%	86	50.80%	101	51.27%	80	47.58%
Aterro Sanitário não Regularizado	-	-	8	1.33%	13	1.70%	45	7.41%
Aterro Sanitário + UTC	7	1.23%	7	0.95%	4	0.99%	5	1.06%
UTC	121	4.04%	122	4.46%	128	4.68%	123	4.68%
UTC Não Regularizada	15	0.48%	24	0.75%	27	0.78%	34	1.00%
Aterro Controlado	308	18.25%	291	16.15%	280	15.57%	278	15.58%
Fora de MG	3	0.03%	3	0.03%	3	0.05%	3	0.05%
AAF's em verificação	49	3.05%	45	2.49%	33	2.15%	21	0.71%
Somatório	853	100%	853	100%	853	100%	853	100%

Fonte: FEAM, 2014. Adaptado pela autora, 2017.

A FEAM classificou as formas de tratamento e/ou disposição final de RSUs em quatro categorias distintas conforme figura 7: lixão; aterro controlado; aterro sanitário; e usinas de triagem e compostagem (UTC's). Separando-as ainda em formas adequadas, paliativas e inadequadas de destinação dos RSUs. A classificação é feita conforme explicitado:

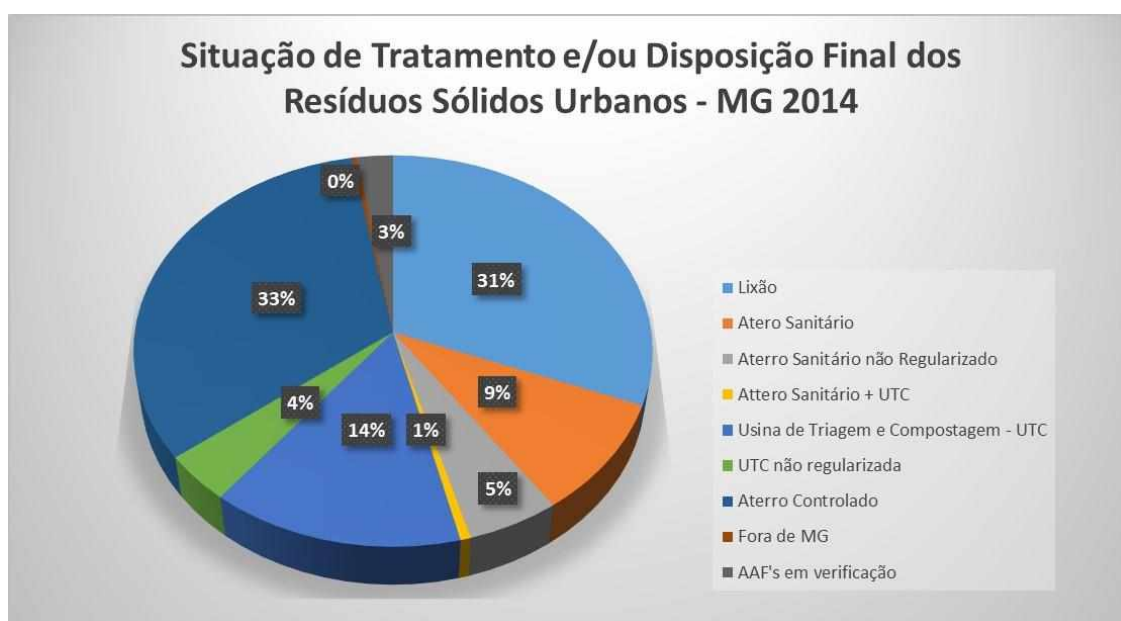
**Lixão** – forma de disposição final inadequada dos RSU, que são lançados a céu aberto sem nenhum critério técnico, não adotando as medidas necessárias para proteger a saúde pública e o meio ambiente.

**Aterro Controlado** – forma considerada paliativa de disposição final dos RSU, que atende aos requisitos mínimos da Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001, alterada pela Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008, até que seja implementado um sistema adequado de tratamento e/ou disposição final de RSU.

**Aterro Sanitário** – forma de disposição final dos RSU considerada adequada. O Aterro Sanitário é uma forma de “disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e a sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na finalização de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário. (NBR 8419:1992).

**Usina de Triagem e Compostagem (UTC)** – forma de tratamento dos RSU considerada adequada. As UTC's são equipamentos com a finalidade de separar materiais potencialmente recicláveis, a matéria orgânica e os rejeitos. Os materiais recicláveis, depois de separados, são prensados, enfardados e armazenados para posterior comercialização; a matéria orgânica é tratada em processo de compostagem NBR 13591:1996 e os rejeitos dispostos em valas, escavadas em áreas contíguas à UTC ou em aterros sanitários. (FEAM, 2013).

Figura 7: Situação e ou Disposição final dos Resíduos Sólidos



Fonte: FEAM, 2014. Adaptado pela autora, 2017.



No Estado, 40,86% da população urbana não dispõe de serviços de disposição adequada dos seus resíduos. As formas irregulares de destinação final ainda é a opção de seis em cada dez prefeituras (FEAM, 2014). A questão é que muitos municípios não conseguem obter recursos suficientes, ou mesmo pessoal técnico, para realizar o tratamento adequado do lixo.

No caso dos municípios de pequeno porte essas questões adquirem ainda mais relevância. A distribuição da população urbana nas sedes municipais aponta que 85% dos municípios mineiros possuem menos de 20.000 habitantes (sendo 49,2% com menos de 5.000 habitantes), e apenas 3,2% possuem mais de 100 mil habitantes, (FEAM, 2014).

Os impactos dos resíduos gerados transpassam os limites municipais na maioria dos territórios locais, demandando instrumentos de atuação conjunta e articulação regional, dentre os quais se destaca o Consórcio Público Intermunicipal.

Cabe ressaltar que a Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 18.031 em 2009, assim como a DN 118/2008, apontou a formação de consórcios públicos como uma alternativa para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, além de definir a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU), que é o “conjunto articulado de ações políticas, normativas, operacionais, financeiras, de educação ambiental e de planejamento desenvolvidas e aplicadas aos processos de geração, segregação, coleta, manuseio, acondicionamento, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

A ausência de infraestrutura e pessoas capacitadas é um dos fatores que tem prejudicado muito a implantação e manutenção de formas mais corretas de disposição dos resíduos sólidos. O principal problema é a falta de capacitação técnica e a operacionalização do gerenciamento e gestão do RSU.

Com o intuito de incentivar e apoiar tecnicamente a formação dos consórcios intermunicipais, foi desenvolvido pelo Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Plano Preliminar de Regionalização para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PRE-RSU). O PRE-RSU apresenta uma proposta de divisão do estado em Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs), que são agrupamentos de municípios que possuem viabilidade técnica para a formação de consórcios intermunicipais. Esse estudo constitui-se em uma referência para os municípios que desejam adotar soluções consorciadas para a gestão dos resíduos sólidos. (FEAM, 2014)

#### 4. LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM

De acordo com a Lei Federal n.12.305/10 (PNRS), a reciclagem deve ser implementada como uma das ações prioritárias na gestão de resíduos, sendo descrita no texto legal como um processo de transformação dos resíduos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação destes em insumos ou novos produtos.

A PNRS também estabelece a logística reversa como um dos instrumentos de implementação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de maneira a viabilizar um conjunto de ações que visam a coleta e a restituição dos produtos e resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, de forma a minimizar o envio de materiais para disposição.

Em 2016, 44.528 toneladas de embalagens vazias de defensivos agrícolas foram destinadas de forma ambientalmente correta em todo o país, representando 94% do total das embalagens primárias comercializadas, das quais 90% das embalagens são enviadas para reciclagem e 4% para incineração. Comparado a 2015, o volume de material recuperado teve um decréscimo de aproximadamente 2%. Porém, apesar da diminuição do índice, o Brasil mantém liderança e é referência mundial no assunto. (ABRELFE, 2016)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída no país através da Lei Federal n.12.305/2010, está em vigor há sete anos mas ainda carece de aplicação prática em vários pontos, conforme se depreende da leitura desta edição do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: a geração de resíduos se mantém em patamares elevados, a reciclagem ainda patina, a logística reversa não mostrou a que veio e o país tem mais de três mil municípios com destinação inadequada, apesar da proibição existente desde 1981 e do prazo estabelecido pela PNRS ter-se encerrado em 2014, sem ter havido prorrogação, como alguns têm se manifestado. (ABRELFE, 2016)

Analisando-se os dados apresentados no decorrer deste documento, verificamos que as disposições da lei, por si só, não proporcionaram os tão esperados avanços no setor, e a recessão da economia trouxe impactos negativos para as práticas até então verificadas, que retrocederam em diversos pontos.

Por conta disso, e pela ausência de iniciativas consolidadas para aproveitamento e recuperação da fração orgânica, há uma sobrecarga nos sistemas de destinação final, que recebem aproximadamente 71,34 milhões de toneladas por ano, das quais 12,4 milhões de

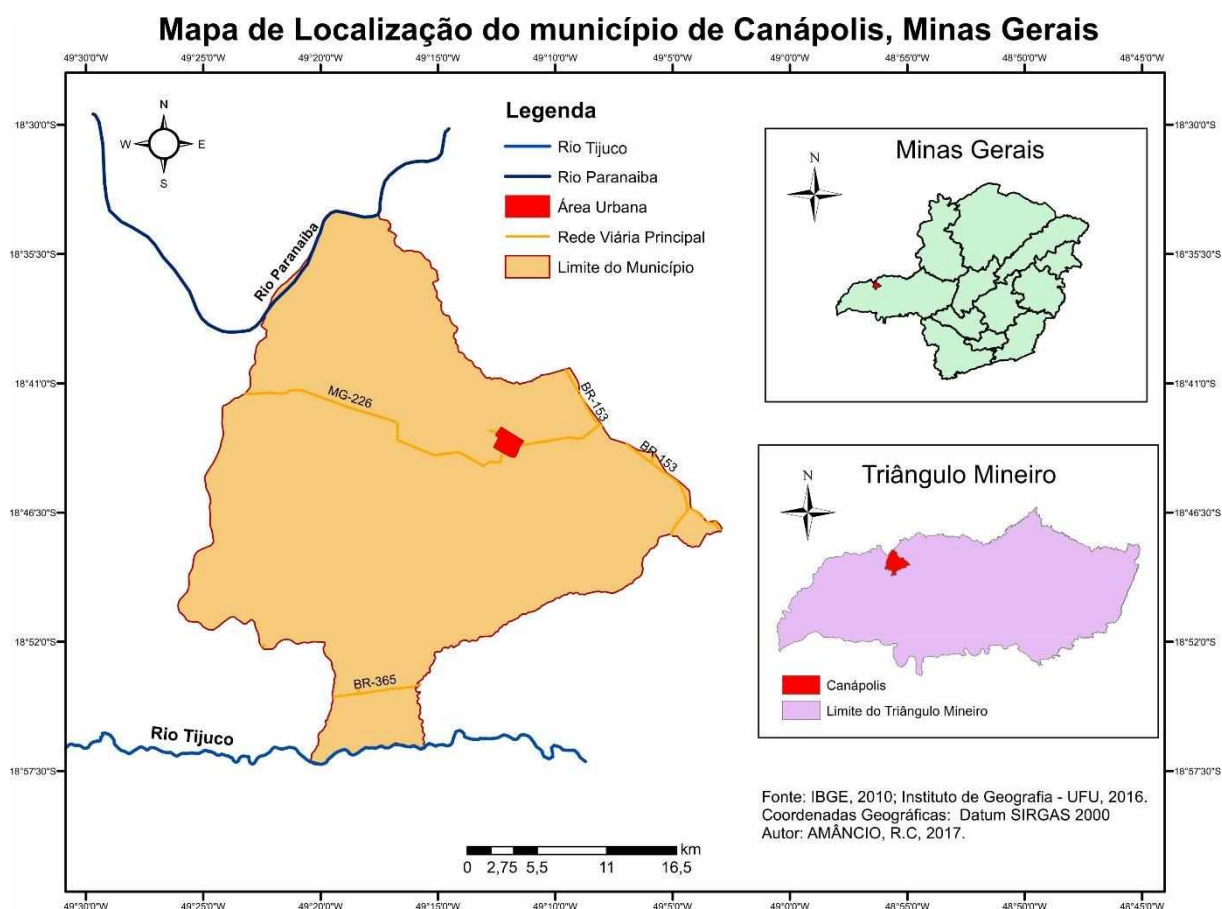
toneladas ainda são depositadas em lixões, a pior forma de destinação possível e fonte diária de poluição ambiental, causadora de diversos problemas de saúde. (ABRELFE, 2016)

Além da coleta e destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), os municípios ainda são responsáveis por gerenciar um grande volume de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), os quais legalmente deveriam estar sob responsabilidade dos respectivos geradores, conforme dispõe a legislação vigente.

## **5. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS**

O município de Canápolis possui uma área territorial de 839,737 km<sup>2</sup>, uma população estimada para 2015, segundo o IBGE, de 12.005 habitantes. A densidade demográfica é de 13,53 hab/km<sup>2</sup>. O município faz suas fronteiras com Monte Alegre de Minas a sudeste, Centralina a nordeste, Capinópolis a noroeste e Ituiutaba a sudoeste.

Mapa 1: Localização do Município



Em 14 de julho de 1934, José de Paula Gouveia, proprietário da fazenda Córrego do Cerrado, localizada no Município de Monte Alegre de Minas, doou à Prefeitura local cinco hectares para que neles fosse fundado um novo povoado. Seus primeiros habitantes foram moradores da própria fazenda.

Outro fator que caracterizou a ocupação do território foi o loteamento e venda de áreas localizadas ao redor do novo povoado, promovido pelo próprio Sr. José de Paula Gouveia e atraindo, desta feita, inúmeros forasteiros que ali se instalaram e deram curso a várias atividades econômicas. Recebeu o nome de Canápolis que quer dizer: Cidade da cana, devido às inúmeras plantações de cana-de-açúcar existentes no entorno do município.

Pelo Decreto Estadual nº 148, de 17 de dezembro de 1938, foi criado, no Município de Monte Alegre, o Distrito de Canápolis que foi desmembrado do Distrito de Monte Alegre. Em 1939/1943, o Distrito de Canápolis reconfigura no Município de Monte Alegre. Pelo Decreto-Lei Estadual nº 1058, de 31 de dezembro de 1943, o Município de Monte Alegre passou a denominar -se Toribatê. No quadro fixado, pelo referido Decreto-Lei nº 1058, para vigorar no

quinquênio 1944/1948, o Distrito de Canápolis figura no Município de Toribatê. Elevado à categoria de município pela Lei nº 336, de 27 de dezembro de 1948 que fixou o quadro territorial para 1949/1953, composto dos Distritos de Canápolis e Centralina. Aparece no quadro fixado pela Lei nº 1039, de 12 de dezembro de 1953 para o período 19 de abril de 1958, apenas com um Distrito, Canápolis, em virtude da elevação à categoria de município do Distrito de Centralina, Comarca de Canápolis. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 01 de julho de 1960 (IBGE 2010).

### **5.1. Caracterização do município de Canápolis**

No município de Canápolis, os estudos geológicos identificaram a presença de basaltos da Formação Serra Geral e arenitos da Formação Adamantina do Grupo Bauru. A Formação Serra Geral é constituída de magmatitos básicos, dentre os quais incluem derrames de lavas, soleiras, diques de diabásio e corpos de arenitos intertrapeanos. A origem dessa Formação está associada a vulcanismo de fissura, com efusão relativamente calma, evidenciada pela ausência de materiais piroclásticos (NISHIYAMA, 1991).

Os afloramentos mais expressivos da Formação Serra Geral ocorrem nos vales dos grandes cursos d'água que drenam a região como o rio Grande, Paranaíba e alguns de seus afluentes, NISHIYAMA, L. (1989). A Formação Adamantina é caracterizada pela sua ampla distribuição geográfica e sua ampla diversidade litológica, cujas fácies sedimentares podem ser relacionadas aos sistemas de posicionais fluviais meandantes psamítico e pelítico.

A região da sede municipal de Canápolis está assentada sobre depósitos sedimentares do Grupo Bauru que, por sua vez estão sobrepostos a rochas de origem magmática extrusivas da Formação Serra Geral.

No primeiro caso, destaca-se a ocorrência de arenitos da Formação Adamantina, constituída por arenitos finos a muito finos. No segundo caso, destaca-se a ocorrência de basaltos. Os basaltos são rochas formadas a partir do resfriamento do magma na superfície da crosta terrestre. Este resfriamento superficial originou uma rede de fraturas interconectadas, gerando espaços vazios passíveis de serem ocupados pela água.

A infiltração da água da chuva e sua consequente percolação para as camadas mais profundas do subsolo ocasionou, ao longo de milhares de anos, o preenchimento dos vazios sedimentares (poros) e basálticos (fraturas), potencializando o aproveitamento da água armazenada transitoriamente nestes interstícios.

Na cobertura pedológica do município estão presentes latossolos vermelhos distróféricos e nitossolos vermelhos eutróficos na região norte do território. Na porção sul são identificados Latossolos Vermelhos distróficos, Neossolos Quartzênicos órticos e Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos (IBGE, 2001).

A área do município compreende um tipo de vegetação classificado como Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Tropical Subcaducifolia, com vegetações secundárias e atividades agrárias (IBGE, 2004), que se estende por toda a região que margeia o Rio Paranaíba. Possui a vegetação de Cerrado e atividades agrárias por todo o território e na divisa com Capinópolis e Ituiutaba encontram-se áreas de tensão ecológica devido ao contato entre tipos de vegetação e atividades agrárias. (IBGE, 2004)

A altura das precipitações médias anuais apresenta variações no município de Canápolis se dividem em leste e oeste do território do município. A porção leste do município registra precipitação média anual de 1.501 – 1.600 mm, a porção oeste do município registra 1.401 – 1.500mm. O município faz parte da categoria de Clima Tropical Semi - Úmido, com 4 a 5 meses secos e temperatura média de 23,8°C.

No município de Canápolis há um predomínio de vegetação natural aproximadamente de 50% da área, e 25% de ocupação pelos estabelecimentos agropecuários, ao norte da malha urbana. Ao sul da malha urbana há outra área com predomínio de vegetação com menos de 10% de ocupação pelos estabelecimentos agropecuários. Os estabelecimentos agropecuários encontrados são lavouras temporárias, pastagens naturais e plantadas. O território compreende malha urbana, campos e o principal cultivo é a cana-de-açúcar (IBGE, 2010).

## **5.2. Demografia**

O município de Canápolis, segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, possui uma população de 11.365 habitantes, 10.180 vivem na área urbana e 1.185 na zona rural. Da população residente, 5.984 são do sexo masculino e 5.381 do sexo feminino. A população estimada em 2015, segundo o IBGE, era de 12.005 habitantes. O município de Canápolis possui 3.688 domicílios, 90% localizados na área urbana e 10% na área rural.

Entre 2000 e 2010, a população de Canápolis teve uma taxa média de crescimento anual de 0,67%. Na década anterior, de 1991 a 2000, a taxa média de crescimento anual foi de -4,43%. No Estado, estas taxas foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,01% entre 1991 e 2000. No país, foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,02% entre 1991 e 2000. Nas últimas duas décadas, a taxa

de urbanização cresceu 40,08%. Canápolis sofre um decréscimo populacional muito grande no período de 1992 a 1996 (Quadro 1).

Quadro 1: Canápolis, evolução populacional

Ano	Canápolis	Minas Gerais	Brasil
1991	15.990	15.743.152	146.825.475
1996	10.301	16.567.989	156.032.944
2000	10.633	17.891.494	169.799.170
2007	11.313	19.273.506	183.987.291
2010	11.365	19.597.330	190.775.799

Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2012.

### 5.3. Educação e desenvolvimento socioeconômico

A escolaridade da população adulta (25 ou mais), por nível de instrução é a seguinte: sem instrução 4.695 (68%), com ensino fundamental completo 700 (10%), com ensino médio completo 1.077 (16%) e com ensino superior completo 427 (6%).

A proporção de crianças e jovens frequentando ou tendo completado determinados ciclos indica a situação da educação entre a população em idade escolar do município e compõe o IDHM Educação. No período de 2000 a 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola cresceu 19,74% e no de período 1991 e 2000, 138,70%. A proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental cresceu 56,71% entre 2000 e 2010 e 62,03% entre 1991 e 2000. A proporção de jovens entre 15 e 17 anos com ensino fundamental completo cresceu 78,15% no período de 2000 a 2010 e 224,54% no período de 1991 a 2000. E a proporção de jovens entre 18 e 20 anos com ensino médio completo cresceu 83,71% entre 2000 e 2010 e 200,80% entre 1991 e 2000.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Canápolis é 0,722, em 2010. O município está situado na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,7 e 0,799). Entre 2000 e 2010, a dimensão que mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,223), seguida por Renda e por Longevidade. Entre 1991 e 2000, a dimensão que mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,159), seguida por Longevidade e por Renda. Canápolis teve um incremento no seu IDHM de 60,80% nas últimas duas décadas, acima da média de crescimento nacional (47%) e acima da média de crescimento estadual (52%). O hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o

IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1, foi reduzido em 49,55% entre 1991 e 2010.

A renda per capita média de Canápolis cresceu 145,61% nas últimas duas décadas, passando de R\$289,59 em 1991 para R\$386,34 em 2000 e R\$711,27 em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 33,41% no primeiro período e 84,10% no segundo. A extrema pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 70,00, em reais de agosto de 2010) passou de 6,89% em 1991 para 3,88% em 2000 e para 1,13% em 2010. A desigualdade aumentou: o Índice de Gini passou de 0,44 em 1991 para 0,50 em 2000 e para 0,50 em 2010.

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais (ou seja, o percentual dessa população que era economicamente ativa) passou de 65,67% em 2000 para 68,70% em 2010. Ao mesmo tempo, sua taxa de desocupação (ou seja, o percentual da população economicamente ativa que estava desocupada) passou de 10,86% em 2000 para 5,24% em 2010.

#### **5.4. Abastecimento de água**

Em linhas gerais, o sistema de adução da cidade de Canápolis engloba uma captação superficial no córrego do Cerrado, uma adutora de água bruta e uma estação de tratamento de água (ETA), com tanques compactos e do tipo convencional. O sistema de distribuição de água possui três reservatórios, sendo um elevado e dois apoiados. A rede de distribuição é dividida em duas zonas, a alta e a baixa, cada qual alimentada por um reservatório específico.



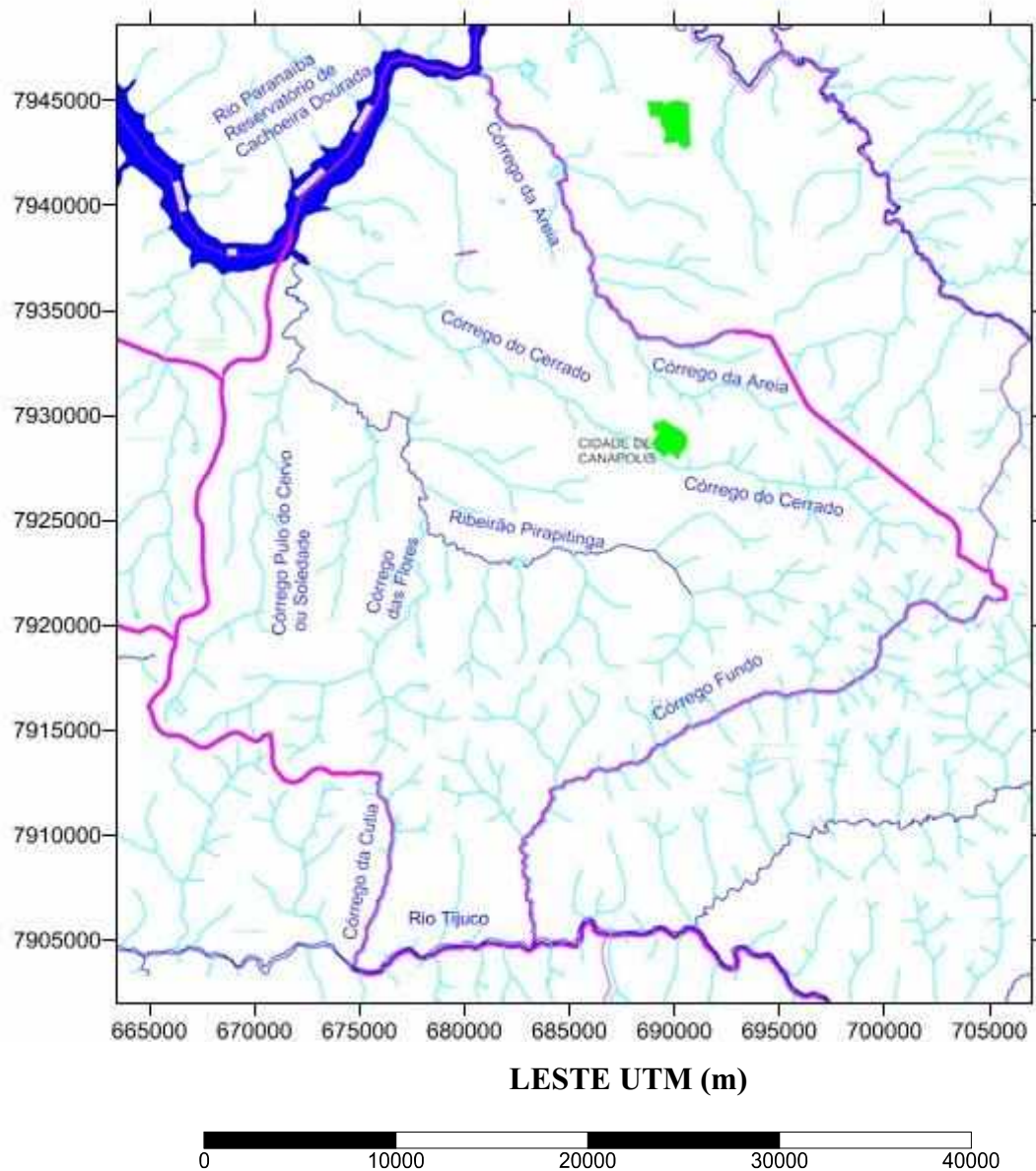


Central Hidrelétrica de Cachoeira Dourada); na região Noroeste é delimitado por um trecho de aproximadamente 4 km do rio Paranaíba (em trecho represado pela Central Hidrelétrica de Cachoeira Dourada); na região Oeste é delimitado pelo divisor das bacias hidrográficas do ribeirão Pirapitinga e córrego do Brumado; e para finalizar, na região Sudoeste é delimitado pelo divisor das bacias hidrográficas do ribeirão Pirapitinga e do rio Tijuco conforme mapa 2.

Os cursos de água que cortam o município de Canápolis são córregos e ribeirão, com toda sua hidrográfica localizada no território municipal e que deságuam diretamente no rio Paranaíba, com destaque para o córrego dos Bois, córrego do Condungo (o córrego do Cerrado é seu afluente) e ribeirão Pirapitinga.

O lixão e a Usina de Triagem e Compostagem (UTC) estão localizados dentro da bacia do córrego do Cerrado, oferecendo risco de contaminação dos corpos hídricos, tendo em vista que não é feita a disposição adequada dos resíduos sólidos.

Mapa 2: Rede hidrográfica principal do município de Canápolis



Fonte: CIDES (2015).

Conforme já foi descrito anteriormente, o córrego sem nome (afluente do córrego do Cerrado) e o córrego do Cerrado são os únicos cursos de água receptores dos efluentes gerados na cidade de Canápolis. Após a confluência entre os córregos sem nome e do Cerrado, o curso de água recebe o nome de córrego do Condungo, percorrendo aproximadamente 20 km até sua confluência com o rio Paranaíba. Através de consultas realizadas junto aos relatórios de qualidade da água disponibilizados pelo Instituto de Gestão das Águas Mineiras - IGAM, não existem pontos de monitoramento de qualidade da água no córrego do Condungo.

## 5.6. Sistema de captação superficial

O manancial utilizado para o abastecimento público de Canápolis é o córrego do Cerrado, curso de água localizado ao sul da atual malha urbana. Na Figura se ilustra a localização da captação de água, cujas instalações ocorrem na mesma área onde funciona a estação de tratamento de água (ETA).

A captação de água ocorre a partir de uma barragem de nível construída para atenuar as variações do nível de água e submergir permanentemente os orifícios de um canal de derivação. Além da entrada de água pelos orifícios, este canal também possui aberturas superiores, devidamente protegidas por grades.

A montante da captação, o córrego do Cerrado encontra-se relativamente bem protegido por matas de galeria fechadas e bem preservadas. A manutenção destas matas ciliares é fundamental para evitar a degradação da qualidade da água bruta retirada na captação, haja vista que setores externos à Área de Preservação Permanente (APP) têm solo predominantemente ocupado por atividades agrícolas, além da ocupação urbana na margem direita deste curso de água. Diante deste cenário, a APP possui um importante papel na contenção da poluição difusa.

A proximidade das nascentes do córrego do Cerrado com a rodovia BR-153, importante eixo de ligação do Triângulo Mineiro e do estado de São Paulo com o sul do estado de Goiás e com a própria capital goiana, introduz um foco de vulnerabilidade deste corpo hídrico (CIDES, 2016). A Figura 9 ilustra o trecho do córrego do Cerrado situado a montante da captação de água de Canápolis. Verifica-se que as referidas nascentes surgem a partir de 200 m da rodovia. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Canápolis - PMSB, neste caso, há riscos de que eventuais acidentes com derramamento de cargas perigosas possam poluir e, em casos mais críticos, contaminar temporariamente o manancial.

A partir desta análise dos técnicos que elaboraram o PMSB de Canápolis, conclui-se que a rodovia BR-153 apresenta um trecho de risco de aproximadamente 10 km, no qual acidentes com cargas perigosas podem afetar as nascentes dos tributários mais vulneráveis.

Figura 9: Nascentes vulneráveis a acidentes com cargas perigosas a partir da BR-153



Fonte: PMSB Canápolis, 2016, CIDES.

O PMSB recomenda que as medidas mais seguras seriam restringir a ocupação urbana nos terrenos contíguos às margens direita e esquerda do córrego do Cerrado, nas vertentes situadas a montante da captação de água.

## 6. ANÁLISE DA POLÍTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANÁPOLIS

A política de Resíduos Sólidos Urbanos de Canápolis, como na maioria dos municípios de pequeno porte de Minas Gerais e do Brasil, é marcada pela ausência de planejamento adequado da gestão e gerenciamento do RSU, bem como pela baixa capacidade técnica.



Canápolis é um dos municípios em Minas Gerais que conta com uma usina de triagem e compostagem (UTC) desativada, inserida na bacia hidrográfica do córrego do Cerrado ou Condungo. A UTC está licenciada pelo COPAM (Conselho Estadual de Política Ambiental) e a FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente).

Constatou-se em visitas a campo que a usina continua desativada e os resíduos sólidos são aterrados em valas sem manta de proteção, oferecendo riscos à saúde e ao meio ambiente. A UTC está desativada, é utilizada para depósito de resíduos urbanos, transformando-se em um “lixão”.

Figura 10: RSU no lixão de Canápolis



Fonte: Autora, 2017.

A limpeza urbana do município de Canápolis não é regulamentada por legislação própria e a Política Municipal de Resíduos Sólidos encontra-se em fase de elaboração. O município não foi alvo de sanções por parte do Ministério Público Estadual devido à disposição de resíduos sólidos.

A Secretária de Obras e Serviço Público é o órgão responsável pela administração e execução da coleta de Resíduo Sólido Urbano (RSU), assim como pela limpeza das vias, praças e espaços públicos. A limpeza urbana do município de Canápolis não é regulamentada por

legislação própria. Na Figura 11 apresenta-se o organograma da estrutura administrativa responsável pela limpeza urbana e manejo dos RSU.

Figura 11: Organograma da estrutura administrativa dos serviços de limpeza urbana



Fonte: Prefeitura de Canápolis, 2016.

Os resíduos sólidos gerados são de origem domiciliares, comerciais, da construção civil, da saúde, capina, poda e varrição. Considerando a produção de resíduos sólidos em área urbana, destaca-se a característica de resíduo domiciliar. Muitos estabelecimentos comerciais da cidade se caracterizam como geradores de resíduos do tipo doméstico, portanto, podem ser caracterizados como pequenos geradores.

A disposição inadequada do RSU pode resultar em sérios danos à sociedade e principalmente ao meio ambiente, tais como, a proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores, contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

### 6.1. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Canápolis integra o CIDES - Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba CIDES, que possibilitou a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Intermunicipal, foram elaborados por professores e bolsistas do Instituto de Geografia e da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), com o apoio dos atores locais que compuseram os Comitês Diretores e os Grupos de Sustentação de cada município.

A partir da sanção da Lei 12.305 em 2010, também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, todos os Municípios brasileiros são obrigados a apresentar um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS no qual demonstram sua capacidade de gestão dos resíduos. De acordo com esta Lei, estes planos precisam ter um conteúdo mínimo apontando para soluções técnicas que estejam respaldadas no diagnóstico de cada município e suas particularidades. Apesar de não ter responsabilidade sobre os resíduos do setor privado, o poder público deve estabelecer a regulamentação baseado nos princípios da Política Federal.

De acordo com a Lei 12.305/2010, em seu artigo 54, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei. Os lixões deveriam ter sido exterminados no ano de 2014. Contudo, até o fim do prazo, aproximadamente 60% dos municípios ainda dispunham seus resíduos em lixões e aterros controlados.

O PGIRS elaborado pelo CIDES é um estudo que diagnosticou a situação atual dos resíduos sólidos nos municípios de Araporã, Canápolis, Centralina, Gurinhatã, Ituiutaba, Monte Alegre de Minas e Prata. Para compor o diagnóstico participativo foram aplicados questionários na área urbana e rural, assim como em todos os distritos. Os levantamentos buscaram identificar os agentes sociais e as pessoas que vivem com os recursos da venda de recicláveis nas cidades; identificar os passivos ambientais e os impactos sócio-econômicos relacionados com a gestão dos resíduos sólidos nos municípios; diagnosticar a situação atual no manejo e na disposição final dos resíduos sólidos urbanos nos sete municípios; propor soluções regionais e integradas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos que sejam ambientalmente adequadas; e elaborar e implementar programas de Educação Ambiental com a participação de todos os agentes sociais.

O PGIRS foi elaborado atendendo à Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007); Lei Federal de Consórcios Públicos (Lei 11.107/2005), Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal 9.795/1999); Manual para Elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente, Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010); Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (Lei nº 18.031/2009); Resolução CONAMA 404/2008; Deliberação Normativa COPAM nº143/2009;



NBR 10004/2004 e outras normas específicas para cada tipo e classificação de resíduo. Atendendo à Constituição Federal de 1988, art. 225 “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”.

O PGIRS do CIDES propõe um modelo moderno de gestão que utilizará técnicas adequadas para o município de Canápolis, que deverá dotar a racionalização de operações, buscando utilizar os recursos públicos de forma sustentável, objetivando melhorar a qualidade de vida da população, assim como a saúde ambiental do município.

Em Canápolis foram realizadas reuniões técnicas e de trabalho na Universidade Federal de Uberlândia, com a presença da equipe técnica, gestores municipais e os atores sociais para a discussão dos problemas levantados, assim como das alternativas para a resolução destes problemas. Aconteceram visitas técnicas na Usina de Tratamento e Compostagem, nas residências, indústrias e empresas; diversas audiências públicas previamente organizadas e convocadas pelos agentes públicos, com apoio da equipe técnica e participação do Comitê Diretor e do Grupo de sustentação, para a apresentação de cada etapa do plano, de forma que a comunidade pudesse participar.

Foram produzidos dados primários através dos levantamentos, mapeamentos e aplicação dos questionários, assim como foram utilizados dados secundários disponíveis em documentos elaborados por órgãos competentes. A descrição do perfil populacional, econômico e social das cidades e suas caracterizações foi respaldada por critérios consolidados por órgãos como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), CEI (Centro de Estatística e Informações), CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde), entre outros.

## **6.2. Geração de Resíduos Urbanos em Canápolis**

Os resíduos domiciliares e comerciais identificados no município de Canápolis são aqueles gerados nas residências, em pequenos estabelecimentos comerciais e empreendimentos de pequeno porte destinados à prestação de serviços. Os tipos de resíduos gerados pelos pequenos estabelecimentos estão voltados à economia principal do município de Canápolis, ou seja, comércio, indústrias, construções, domicílios, agricultura e pecuária, entre outros.

Segundo dados coletados com a prefeitura de Canápolis, há 1.381 empresas cadastradas no município. E, segundo dados do Censo demográfico de 2012/IBGE os empreendimentos do município totalizam 277 empresas atuantes, que se diversificam em diferentes atividades de produtos e serviços, como comércio em geral, confecções e restaurantes, divergindo com os dados da prefeitura.

Segundo dados disponibilizados pela prefeitura de Canápolis, os estabelecimentos geradores de resíduos de saúde no município são os seguintes: 5 unidades de saúde e 1 hospital, além de estabelecimentos privados tais como consultórios odontológicos, farmácias e clínicas.

Os resíduos de serviços de saúde identificados no município de Canápolis são aqueles relacionados ao atendimento da saúde humana, encontrados nos prestadores de serviços de saúde pública e privada. Existem cadastradas na prefeitura 6 unidades geradoras desse resíduo no município no ano de 2014. Esses tipos de resíduos apresentam características que se enquadram nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10.004:2004 como Resíduos do Grupo A, Grupo B e Grupo E. Os tipos de estabelecimentos classificados como de saúde são citados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES/SUS).

Os resíduos de construção civil identificados no município de Canápolis são aqueles originários de construções, de reformas, de demolições e de reparos.

Fazem parte deste tipo de resíduos componentes cerâmicos, tijolo, telha, vidro, plástico, placa de revestimento, concreto, argamassa, terra, madeira, forros, gesso, resinas, ferragem, argamassa, tinta e outros de obras de construção. De acordo com as classes determinadas pelas Resoluções do CONAMA 307/2002 e 431/2011 os resíduos de construção civil do município se enquadram na Classe A e Classe B.

Os resíduos de varrição identificados no município de Canápolis são aqueles descartados de forma difusa e de qualquer natureza nas vias públicas e praças. Esses resíduos são originários da varrição dos logradouros e dos espaços de domínio público.

Os resíduos de poda e capina são aqueles provenientes do corte de galhos de árvores e arbustos e da erradicação e controle de gramíneas e vegetação daninha que se instalam em calçadas de praças, canteiros de vias e nos espaços públicos.

Os resíduos originários em obras de construção civil no município de Canápolis são acondicionados e armazenados em vias públicas e em terrenos baldios (Figura 12), até a coleta ser realizada pela própria prefeitura municipal. Observa-se a disposição em vias públicas.

Figura 12: Resíduos de construção civil em Canápolis

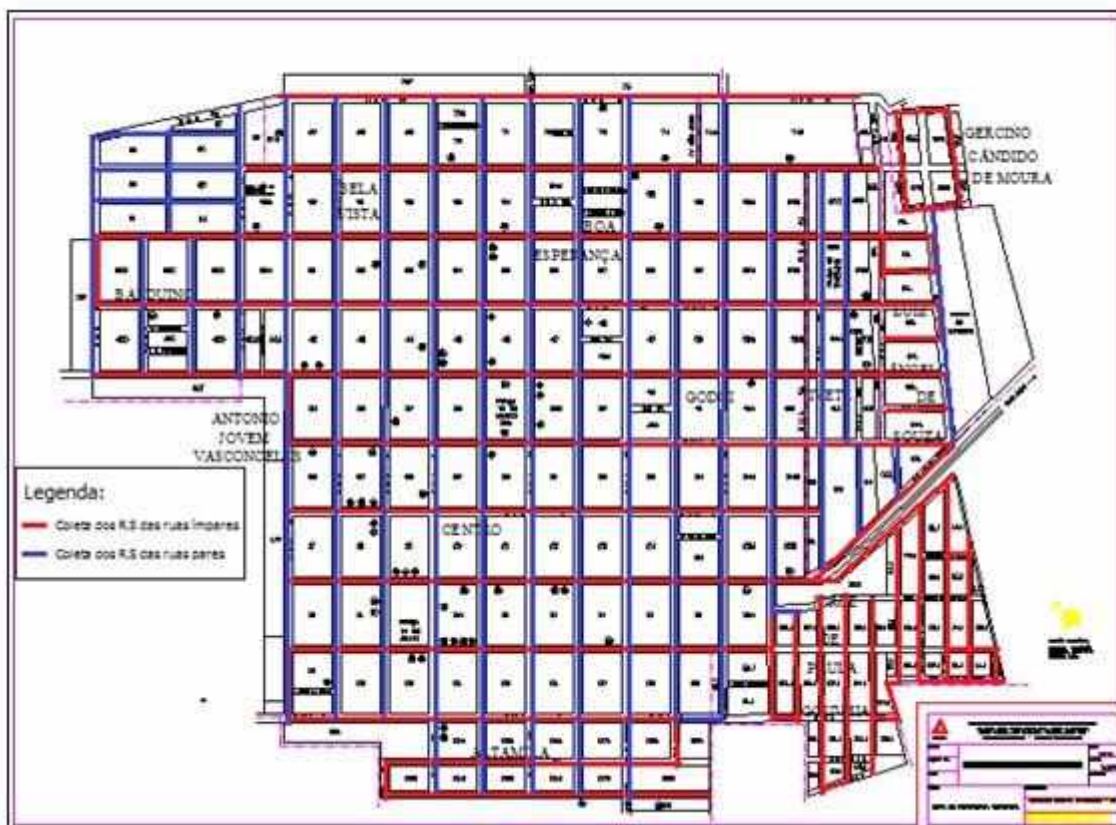


Fonte: Autora, 2017.

### 6.3. Coleta dos resíduos

A coleta de RSU no município de Canápolis tem sistemas diferenciados: os resíduos domiciliares e comerciais, resíduos de serviço de saúde, resíduos de construção civil e resíduos de varrição, poda e capina. A administração e a execução na prestação de serviços de coleta dos resíduos domiciliares e comerciais são de responsabilidade da Secretaria de Obras e Serviço Público do município de Canápolis. A coleta de resíduos atende toda a população urbana, ou seja, o percentual de 100 %, e atende a população rural de forma parcial, com o percentual de 5 %. Em relação à periodicidade da coleta, a mesma é realizada diariamente e os serviços são regulares de segunda feira a sábado (Figura13).

Figura 13: Rota de coleta dos resíduos domiciliares e comerciais



Fonte: AMVAP (2015)

Não existe irregularidade na prestação do serviço e o tempo máximo em que os resíduos ficaram sem ser coletados foi o máximo de um dia. Os serviços de coleta nas vias públicas são realizados no período após às 18:00 h e o tempo necessário para coletar os resíduos domiciliares de toda a cidade e rural são 6 horas, com a utilização de 2 (dois) veículos. Na figura acima, as rotas de coleta dos resíduos domiciliares e comerciais no município de Canápolis, as linhas em vermelha destacam a coleta nas ruas ímpares e as linhas em azul nas ruas pares.

A prefeitura do município de Canápolis possui responsabilidade direta pela coleta dos resíduos de construção civil, não há empresas cadastradas especializadas, tais como caçambeiros, carroceiros, entre outros. Os resíduos de construção civil, que são armazenados em vias públicas, são recolhidos pela prefeitura através de caminhões e pá carregadeira. A equipe da prefeitura que realiza esse serviço é composta por funcionários efetivos que utilizam os equipamentos de segurança (EPIs). O serviço de varrição é realizado de segunda a sexta

feira, a varrição é feita dividida por ruas, no período matutino. Este serviço é realizado por 30 (trinta) funcionários, distribuído entre efetivos e contratado.

#### **6.4. Tratamento e Disposição Final dos Resíduos**

Os resíduos sólidos gerados no município de Canápolis têm destinação final em uma área sem controle ambiental.

O município não realiza processo de reciclagem dos seus resíduos gerados, porém existe um galpão onde os mesmos poderiam ser armazenados e comercializados posteriormente. Nesse processo há uma interação com os catadores de materiais recicláveis do município, inclusive com a criação da associação de catadores.

No PGIRS/CIDES (2015) foram caracterizados os passivos ambientais verificados na UTC e na área de disposição final dos RSU do Município. Assim como pontos de despejos irregulares em locais diversos, priorizando áreas já consolidadas de “bota-foras”. Foram levantados os seguintes aspectos:

- ✓ A área de disposição final localiza-se nas proximidades de nascentes e à margem da rodovia MG-226 (figura 14);
- ✓ Por questões administrativas não houve renovação de contrato com os funcionários que trabalhavam na UTC, fazendo com que os RSU voltassem a ser dispostos no aterro em sua totalidade, ou seja, sem passarem pelo processo de triagem e compostagem (figura 14);
- ✓ Faltam registros de monitoramento. Não há nem mesmo relatos acerca da contaminação dos corpos hídricos por lixiviado, principalmente os situados à jusante da disposição dos resíduos sólidos;
- ✓ Foi constatada a presença de animais (cães e gatos) na área de disposição dos resíduos sólidos, bem como outros de importância sanitária e de indicação de qualidade do manejo: ratos e urubus. Além de focos de moscas e mosquitos;
- ✓ Foi informado que não existem estudos de contaminação do solo, em nenhuma área do aterro, por lixiviado;
- ✓ Há facilitação de acesso de pessoas não autorizadas e veículos para disposição de resíduos sólidos, sem que para isto, estejam sujeitos a qualquer tipo de triagem ou caracterização. Observou ainda um local de livre acesso destinado para disposição de resíduos como galhos e podas de árvores, mas que está contaminado com resíduos domésticos e comerciais;

- ✓ Disposição de ossadas de animais possivelmente oriundas de abatedouros clandestinos e de açougues do Município;
- ✓ Observou-se presença de catadores no local de depósito de resíduos sólidos.

Outros passivos foram identificados no Município, tais como os pontos clandestinos de acúmulo de resíduos nas margens de estradas e no perímetro urbano, onde notou-se a disposição final de resíduos sólidos em terrenos baldios.

Figura 14: Vista geral da localização da UTC (A), pátio de compostagem (B) e local para disposição final de resíduos sólidos do Município de Canápolis(C).



Fonte: CIDES (2015)



Figura 15: Disposição de resíduos sólidos potencialmente recicláveis



Fonte: Autora, 2017.

## 7. IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS DO RSU EM CANÁPOLIS

A avaliação de impactos ambientais é um dos instrumentos previsto pela Política Nacional do Meio Ambiente, instaurada pela Lei nº 6.938/1981, que tem como principal objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. A mesma lei conceitua poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; que criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; que afetem desfavoravelmente a biota; que afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e que lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Como resultado de diferentes atividades que ocorrem no município de Canápolis gera-se uma grande quantidade de lixo, de diferentes tipos, sejam eles resíduos plásticos, papel, vidro, metal e outros; mas principalmente resíduos orgânicos. A geração de desperdício cresce ano a ano na mesma proporção em que, a população cresce também.

Neste estudo, através das visitas de campo percebeu-se que a disposição dos RSU em Canápolis é inadequada, inclusive é visível a quantidade de desperdício.

Dado que o estudo tem um foco meramente ambiental, é importante considerar os diferentes aspectos e condições do município que estão entrelaçados com as condições em que os resíduos são tratados na área urbana.

O Aterro Controlado do município de Canápolis se transformou em um verdadeiro lixão, onde os RSU são depositados e recobertos com solo. Porém, o local de disposição de resíduos não é impermeabilizado e não dispõe de procedimentos para monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.

A área onde se situa o aterro controlado caracteriza-se pela ocorrência de solos arenosos derivados de arenitos da Formação Adamantina. Segundo Batezelli (2002:36):

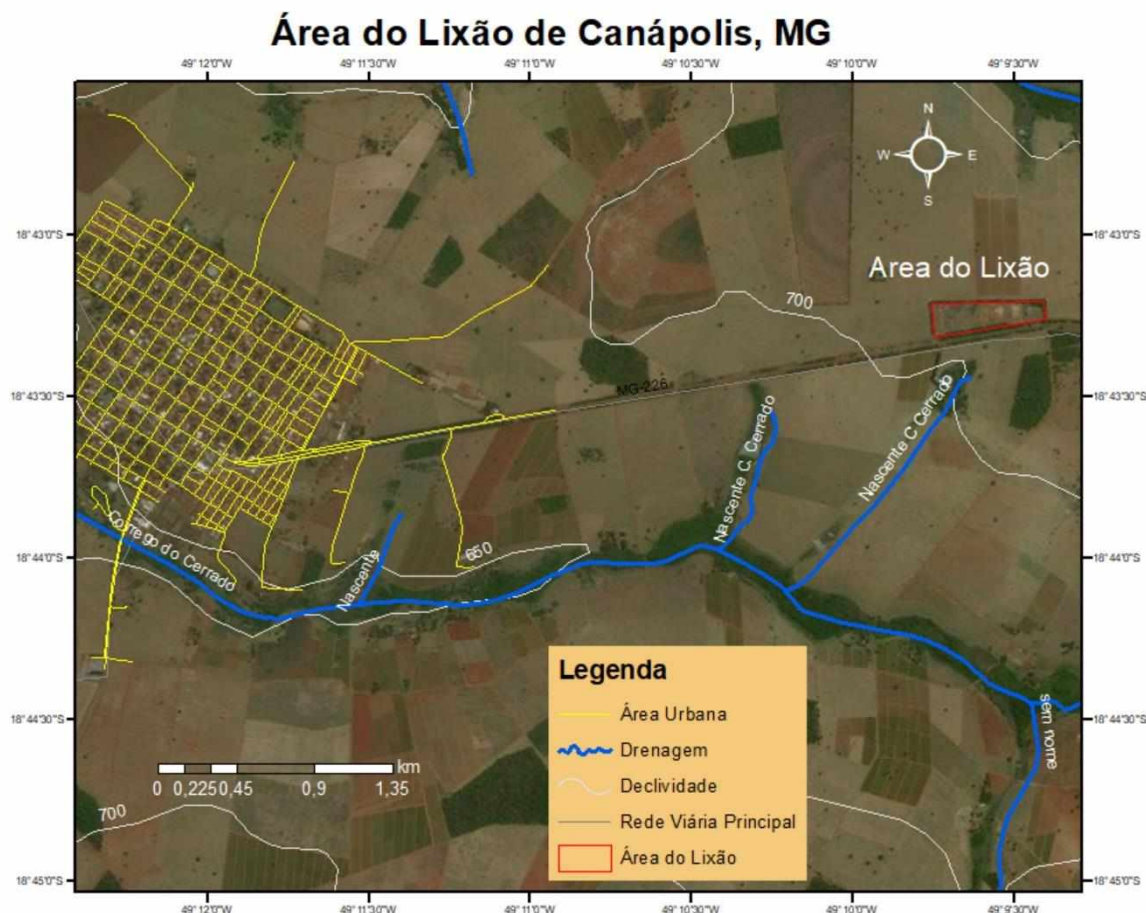
No Triângulo Mineiro, a Formação Adamantina aflora na região centro-oeste. É constituída por arenitos finos a médios, avermelhados, com seleção moderada, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte (*foresets* com até 3 metros), estratificação plano-paralela e, subordinadamente, marcas onduladas. Localmente pode se apresentar maciça.

O Aterro Controlado de Canápolis localiza-se a leste do perímetro urbano, entre as coordenadas geográficas 18° 43,36' 35" de Latitude Sul e 49° 10,4' 39" de Longitude Oeste, a uma distância de 5,450 km do centro da Cidade, como mostra o mapa 3. Sua localização está ao lado da MG-226, bem próxima às nascentes dos córregos do Cerrado, separado apenas pela rodovia. Os riscos que o lixão oferece para o lençol freático, para o solo e meio ambiente são consideráveis, evidenciando as implicações sociais e para a saúde da população.

Em geral, os lixos doméstico, industrial e rural têm em sua composição uma variedade de produtos químicos prejudiciais ao meio ambiente. Esse lixo é degradado e resulta na produção de chorume, que é um líquido altamente tóxico resultante da decomposição dos resíduos orgânicos. Os depósitos de lixo, feitos de forma não sanitária, acabam gerando esse chorume que atravessa o solo, contaminando-o e atingindo os lençóis freáticos.



Mapa 3: Localização do lixão de Canápolis



Fonte: IBGE, 2010; Instituto de Geografia - UFU, 2016; CIDES, 2016  
 Google Maps, 2017. Coordenadas Geográficas: Datum SIRGAS 2000. Autor: AMÂNCIO, R.C, 2017.

Estes líquidos, carregados de matéria orgânica decomposta e de produtos químicos tóxicos disseminados no lixo, acabam sendo levados por via subterrânea ou superficial até os rios, onde são incorporados à água. Esses rios, muitas vezes localizados a poucos metros do aterro, o que já é irregular, geralmente são os mesmos mananciais que servem de abastecimento urbano na região. Em termos gerais, a grande maioria dos aterros possuem sistemas falhos de manejo do lixo e quase nenhum tem sistema de drenagem de líquidos percolados (chorume).

Geralmente, os lixões a céu aberto (aterros comuns) apresentam índices de contaminação humana superiores aos índices de aterros controlados e de aterros sanitários. No caso os índices de aterros controlados são maiores que os índices de aterros sanitários. Por isso, determinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e da Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (Lei nº 18.031/2009); é a substituição de lixões a céu aberto (aterros comuns) por aterros sanitários como uma solução que proporcionaria melhorias quanto aos

índices de contaminação humana. Contudo esta solução, também poderia ser estendida aos aterros controlados.

A infiltração e percolação de chorume através do solo, se dá em função da produção de grandes quantidades de percolados líquidos através do maciço de lixo aterrado. A matéria orgânica do RSU e muitos outros compostos, presentes ou produzidos da degradação do lixo aterrado, estão sendo solubilizados e transportados pela água da chuva através do solo e subsolo nas zonas de recarga das águas subterrâneas gerando uma contaminação difusa, de difícil atenuação e de caráter irreversível, com custo de remediação impagável pelos cofres públicos.

Todo aterro de RSU provoca lixiviação. Os lixiviados ou as águas lixiviantes são o resultado da percolação de água, através da massa de resíduos, acompanhada de extração de materiais dissolvidos ou em suspensão. Os lixiviados formam a partir de água com origem em fontes externas tais como a precipitação, escoamentos superficiais, águas subterrâneas ou águas de nascente. Podem, ainda, ser o resultado da decomposição dos resíduos sólidos depositados. Estes líquidos têm sido identificados como fontes potenciais de poluição do solo, sua gestão inadequada pode causar prejuízos ambientais de grande impacto e difícil reversibilidade (SANTOS, 2008), portanto o seu tratamento, condição necessária, reduz sensivelmente os índices de contaminação do solo.

Vários relatórios foram publicados que estão documentados sobre a caracterização do lixiviado e seu efeito na poluição das águas subterrâneas (Boels e Fleming, 1993), mas pouca informação está disponível no efeito de aterros na contaminação do solo e seus efeitos toxicológicos. O solo é a parte chave do sistema terrestre, pois controla os ciclos hidrológicos, erosivos, biológicos e geoquímicos. O sistema do solo também oferece bens, serviços e recursos para humanidade. É por isso que é necessário investigar como os solos são afetados pelo uso para aterro de RSU.

Os metais pesados ocorrem naturalmente em baixas concentrações nos solos. No entanto, eles são considerados contaminantes do solo devido à sua ocorrência generalizada, bem como a sua toxicidade aguda e crônica. Mais recentemente, alta concentração de metal pesado nos solos tem sido frequentemente relatada em vários países.

Esses fatos marcantes, juntamente com a realidade de capacidade institucional fraca, restrições financeiras e falta de vontade política, fazem do gerenciamento de resíduos um dos desafios de planejamento enfrentados pelo desenvolvimento do município.

Vale ressaltar que, o aterro consorciado seria uma boa alternativa, mas ainda terá que demandar vários recursos para a sua construção e implantação.

A ocorrência de precipitações pluviométricas sobre a área do aterro de Canápolis produzem escoamento superficial das águas, transportando sedimentos, os quais atingirão, em último estágio, a rede hidrográfica superficial. Essas perturbações deverão ser resolvidas para garantir segurança no abastecimento de água para a população. A pouca supervisão nas atividades industriais geradoras de importantes volumes de resíduos similares aos domiciliares ou de caráter perigoso, junto com uma disposição inadequada destes, originam áreas ambientalmente degradadas, que podem causar variados impactos à população, prejudicando a qualidade de vida.

As investigações de campo para identificar o tipo e a quantidade de poluentes em aterro de lixo são caras. As intervenções para interromper a poluição exigem altos investimentos por parte do poder público. Quantificar o movimento subterrâneo de poluentes é caro, porque normalmente se sabe pouco ou nada sobre os estratos inferiores. Portanto, é prudente fazer uma aproximação estruturada à coleta de dados de campo que desenvolvem a investigação através de uma série de passos, cada um dos quais, terá um objetivo concreto e um orçamento para levá-lo a cabo. Todas estas práticas constam da bibliografia especializada atual, porém são muito difíceis de serem efetuadas em sua totalidade e de forma coordenada, nos países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento.

## **8. AVANÇOS NA POLÍTICA PÚBLICA DE RSU EM CANÁPOLIS**

O CIDES, planeja construir um aterro sanitário consorciado. Atualmente o PGIRS/CIDES já foi providenciado e o consórcio vem buscando alternativas de recursos para a construção do aterro. Os municípios consorciados têm buscado implantar medidas emergenciais para se adequarem à legislação.

Desde o início da implementação do projeto no ano de 2015 até os dias atuais, muitas questões bastante relevantes precisam ser enfrentadas pela gestão local para que haja o retorno do bom funcionamento do aterro sanitário de Canápolis - MG, que em outras décadas já foi município modelo para a região.

Nishiyama (2016) faz algumas propostas para a disposição emergencial em valas sanitárias do aterro de Canápolis - MG, envolvendo as seguintes ações tais como:

- Implantação de valas sanitárias (5 valas);
- Implantação de Dreno para captação de percolados;
- Reativação da UTC;

- Reativação da unidade de compostagem;
- Melhoria na disposição e tratamento de resíduos da construção civil e de demolição;
- Adquirir um triturador para troncos e galhos provenientes de podas;
- Redução da emissão de gases e particulados;
- Melhorar a segurança;
- Monitorar a qualidade da água subterrânea;
- Recursos humanos; e
- Infraestrutura.

De acordo com os autores do PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) o município de Canápolis deverá licenciar novas células para depósito de resíduos sólidos, cuja a ideia é implantar 5 valas sanitárias, caracterizadas como “Aterro Sanitário de Pequeno Porte”, na área do Aterro Controlado, já que o município não dispõe de outra área no momento para atender à necessidade emergencialmente a disposição adequada de resíduos sólidos urbanos. Assim, como o espaço para a instalação de novas valas no Aterro Sanitário de Canápolis é reduzido, propõe-se que os rejeitos sejam compactados. A gestão diária do aterro, a implantação da coleta seletiva e a compostagem dos orgânicos vão garantir o aumento da vida útil das valas.

A Unidade de Triagem e Compostagem de Canápolis atualmente está desativada e por isso necessita urgentemente de algumas reformas, assim como os equipamentos existentes devem passar por manutenção para voltar a atender à demanda atual, visto que, será necessário adquirir novos equipamentos. O pátio de compostagem deve passar por adequações e manutenção para o reinício do processo de compostagem dos orgânicos.

A figura 16 propõe uma configuração para o aterro de Canápolis, indicando a área disponível para a implantação das valas sanitárias que irão atender emergencialmente a disposição adequada dos RSU do Município.

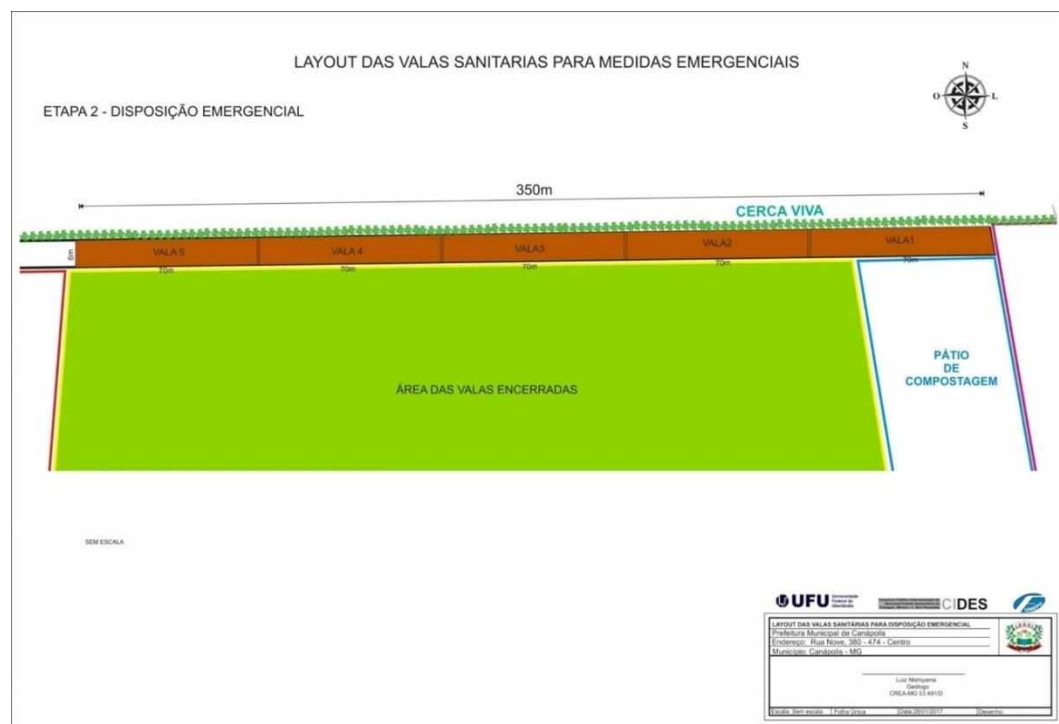
A figura 16 faz um detalhamento das novas valas. Serão implantadas 5 valas sanitárias, que serão construídas conforme as especificações técnicas e atenderão à demanda por cerca de 12 meses.

Figura 16: Proposta para disposição emergencial de resíduos sólidos de Canápolis



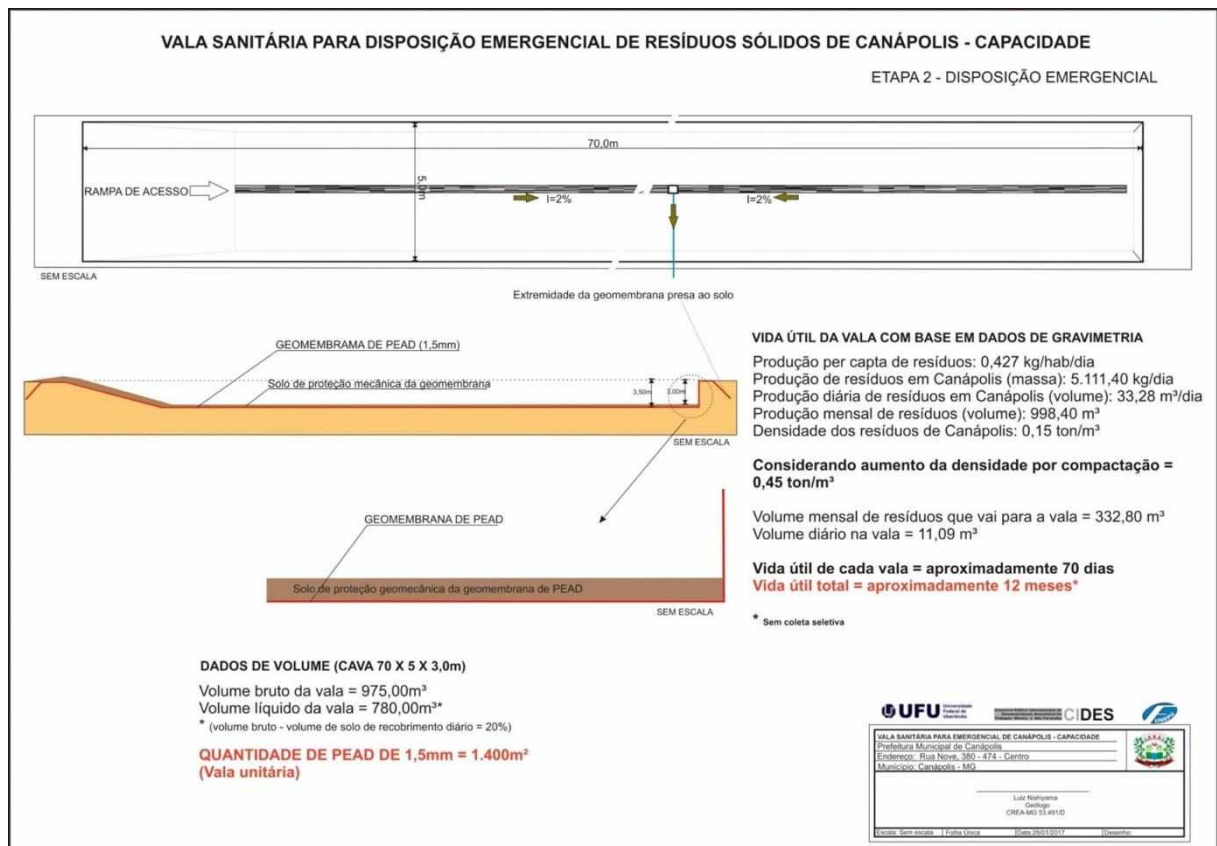
Fonte: Org. NISHIYAMA, L. (2017).

Figura 17: Layout das valas sanitárias para medidas emergenciais



Fonte: Org. NISHIYAMA, L. (2017).

Figura 18: Layout das valas sanitárias para medidas emergenciais



Fonte: Org. NISHIYAMA, L. (2017).

Para que haja uma melhoria na disposição e no tratamento dos resíduos da construção civil e de demolição (RSCD) devem ser necessariamente triados no aterro, separando assim aqueles que se enquadram como resíduos perigosos (latas de tinta, solvente, verniz; amianto, gesso, etc.), tais como aqueles que estão em bom estado de conservação e melhor qualidade, ainda podem ser doados para serem reutilizados (tijolos, telhas, areia, brita, etc.). O correto mesmo seria a implantação de uma usina para britagem dos RSCD no formato de plataforma montando o pacote desses resíduos.

Para Nishiyama, et al (2016) a matéria orgânica originada de restos vegetais oriundos de podas e capinas devem ser triturados e incorporados ao processo de compostagem. A queima desse tipo de material não é indicada. Enfatizada sobre a redução da emissão de gases e particulados devido a gestão adequada do Parque Sanitário de Canápolis que envolve a instalação de drenos para gases nas valas encerradas, assim visa proibir a queima de resíduos, umectar as vias internas quando necessário para reduzir a produção de particulados e cobrir diariamente os resíduos sólidos depositados nas valas. Se tratando da segurança, atualmente a área do aterro de Canápolis não possui controle de entrada de pessoas e animais. Para melhorar

a segurança do local e das pessoas que trabalharão na gestão do Parque Sanitário deverá ser implantado alambrado em tela, identificar o local com placas de advertência e de identificação inclusive e implantar portaria e cancela nos dois acessos ao aterro.

Se tratando da qualidade da água subterrânea Nishiyama, et al (2016) cita que o monitoramento das águas subterrâneas deverá ser feito todo semestre através de análises de amostras coletadas nos poços de monitoramento que ainda serão instalados. Sobre os recursos humanos: A gestão do Parque Sanitário de Canápolis necessita de uma equipe composta por um responsável técnico, de preferência um servidor público, pelo menos com nível médio de escolaridade, inclusive será necessário também servidores públicos para a gestão das valas sanitárias e da plataforma de resíduos da construção civil. O ideal é entregar a gestão da reciclagem e compostagem para a associação de catadores de Canápolis. As estruturas existentes no aterro atendem atualmente a demanda de diversos tipos de resíduos (recicláveis, comportáveis, da construção civil, etc.). Mas, ainda é necessário construir um galpão para armazenamento temporário de resíduos da logística reversa tais como pneus, baterias, resíduos eletroeletrônicos, lâmpadas, etc. conforme afirma Nishiyama, et al (2016).

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante de todas as informações e estudos realizados para a elaboração desse trabalho é de extrema relevância apontar a questão do lixo como um grande problema para os municípios, diante disso, é notável que não há capacidade técnica para amenizar essa questão. Uma das medidas para tentar solucionar esse grande problema parte do Ministério Público através do TAC – Termo de Ajuste de Conduta, para enquadrar o município que não cumprir corretamente o que foi proposto na legislação. Constatou-se, através dos levantamentos, que o município de Canápolis não implantou as ações e estruturas propostas no PGIRS do CIDES, assim como no PRAD e o Projeto do Parque Sanitário Municipal.

Vale ressaltar a importância da população no processo de Mobilização e Educação Ambiental, com a devida separação dos resíduos e principalmente com a implantação da coleta seletiva, será muito relevante para a redução do volume que a cada dia tem aumentado no “lixão”. Foi criada uma associação de catadores, mas foram poucas as iniciativas para a mobilização social e educação ambiental. A coleta seletiva ainda não é uma realidade em Canápolis.

A coleta seletiva seria a base para a gestão adequada de resíduos sólidos em Canápolis. Através da reciclagem dos resíduos secos e compostagem dos resíduos úmidos o volume de resíduos seriam reduzidos, restando apenas uma pequena porcentagem de rejeitos que seriam aterrados.

A construção das valas deve ser especificamente para receber apenas os rejeitos, pois inicialmente havia uma pequena área para abrigar as 5 valas sanitárias emergenciais, mas agora, em função do depósito irregular do lixo, esta área pode não mais existir.

Como as ações e propostas do PGIRS, do Projeto do Aterro Sanitário Municipal e PRAD não foram implementadas, atualmente o lixão de Canápolis recebe os resíduos da construção civil, da poda e da capina também são destinados para o aterro do município, transformando em um verdadeiro caos.

Com a coleta seletiva, mobilização e educação ambiental, não foram devidamente efetivas pela a gestão municipal, a qualidade ambiental da área piorou.

A realidade diagnosticada revelou a urgência da implantação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos no município de Canápolis.

Outro fator para o qual o desenvolvimento de um plano de manejo é considerado importante quando se trata da questão dos resíduos sólidos , o estudo proporcionaria uma base para que Canápolis possa melhorar as práticas atuais de gerenciamento de resíduos, bem como uma guia de referência para a localização de um aterro em uma área ambientalmente apropriada, contribuindo para alcançar benefícios a toda população e reduzindo parte da poluição ambiental com os benefícios estéticos, reduzindo também poluição para a paisagem.

A realidade do município de Canápolis está pior hoje em comparação de quando foi iniciado as medidas emergenciais e da coleta seletiva no início do ano de 2016.

Este cenário mudará a partir da implementação do PGIRS/CIDES, PRAD para o lixão de Canápolis e Projeto do novo Parque Sanitário Municipal.



## REFERÊNCIAS

ABRELPE, 2016, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso 20/11/2017.

BATEZELLI et al. Análise estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru – Ks) no Centro-oeste do Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP. Revista Brasileira Geociências, v. 22, n. especial, p. 5-19, 2003.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 nov. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>>. Acesso em: 05/11/2017

BRASIL. Guia para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília:

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 404, de 12 de novembro de 2008, que estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.

BRASIL. Senado Federal. REVISTA EM DISCUSSÃO. Brasília: Senado Federal, Ed. nº22. 14 de Set. de 2014. Disponível em:<<https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos>> Acesso em 10/12/2017.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Brasília: Diário Oficial da União, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 09.12.17.

\_\_\_\_\_. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07). Brasília: Diário Oficial da União, 2007a. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em 25.11.2017.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.017/07. Brasília: Diário Oficial da União, 2007b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm)>. Acesso em: 15.05.2017.

Canapolis, Plano Municipal de Saneamento Básico, 2015, CIDES.

CASTILHOS JR., A. B. de et al. Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para Pequenas Comunidades: coletânea de trabalhos técnicos. Rio de Janeiro, ABES, 2002.

Censo demográfico. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/pt/>. Acesso em 05/08/2017.

\_\_\_\_\_. IBGE Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em 05/08/2017.

Chalmin P. and Gaillochet C. (2009). From waste to resource, An abstract of world waste survey, Cyclope, Veolia Environmental Services, Edition Economica, France.

CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA (CIDES). Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES. Uberlândia, 2015. 564 p.

CORDEIRO, B. de S. (org.). Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas públicas. Volume II - Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

FORTINI, C.; ROCHA, R. B. Consórcios Públicos, contratos de programa e a Lei de Saneamento. In PICININ, J.; FORTINI, C. (org.). Saneamento Básico: estudos e pareceres à luz da Lei nº 11.445/2007. Belo Horizonte: Ed. Fórum, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

JACOBI, P. Impactos Socioambientais Urbanos: do risco à busca de sustentabilidade. In: MENDONÇA, F. (org.). Impactos Socioambientais Urbanos. Curitiba: UFPR, 2004.

LEAL, S. M. R. A Cooperação Consorciada: aportes da experiência intermunicipal na frança para o caso brasileiro. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, XII, 2007, Belém-PA. Anais do XII Encontro da ANPUR. Belém: ANPUR, 2007.

LOPES, J. C. de J. Resíduos sólidos urbanos: consensos, conflitos e desafios na gestão institucional da Região Metropolitana de Curitiba - PR. Tese de Doutorado. 252 p. Curitiba: Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR), 2007.

LOPES, L. Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: alternativa para pequenos municípios. Dissertação de Mestrado. 113 p. São Paulo: Programa de Pós-graduação em Geografia Humana (USP), 2006.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteir ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MESQUITA, J. M. de. Gestão integrada de resíduos sólidos: Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCIDADES). Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente Urbano, 2011.

Modak P. (2011). Synergizing Resource Efficiency with Informal Sector towards Sustainable Waste

Management, Building Partnerships for Moving Towards Zero Waste, A Side Event for CSD19 held on 12, May 2011, Tokyo.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NISHIYAMA, L. Procedimentos do mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicações no Município de Uberlândia-MG, São Carlos. Universidade de São Paulo-USP. Tese de Doutorado, 1998. p.272

PHILLIPI JR., A.; MARCOVITCH, J. Mecanismos Institucionais para o Desenvolvimento Sustentável. In: PHILLIPI JR., A. et al. (org.). Municípios e Meio Ambiente: Perspectivas para a Municipalização da Gestão Ambiental. São Paulo: ANAMA, 1999

PHILLIPI JR., A.; AGUIAR, A. de O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILLIPI JR., A. (org.). Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

PHILLIPI JR., A.; AGUIAR, A. de O. Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILLIPI JR., A. (org.). Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

PROTASIO, Fernando Nóbrega Mendes. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DO ATERRO CONTROLADO DE JARDIM GRAMACHO. Graduação em Engenharia Ambiental. Departamento de Engenharia Civil. PUC-RJ. Rio De Janeiro. 2013

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. Revista Brasileira de Geociências, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

WILSON, D., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C. and Alabaster, G., 2012. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. Waste Management & Research 30, 237-254.